

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 日
Date of Application:

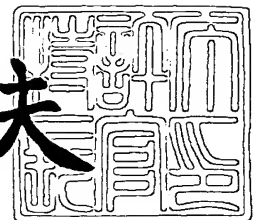
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 8 9 0 7 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 8 9 0 7 7]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0093906

【提出日】 平成14年10月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/02
H01L 27/00

【発明の名称】 光インターコネクション回路、光インターコネクション
回路の製造方法、電気光学装置および電子機器

【請求項の数】 33

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株
式会社内

【氏名】 近藤 貴幸

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100110364

【弁理士】

【氏名又は名称】 実広 信哉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光インターコネクション回路、光インターコネクション回路の製造方法、電気光学装置および電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に取り付けられ発光機能又は受光機能を備えた少なくとも 2 つの微小タイル状素子と、

少なくとも 2 つの前記微小タイル状素子同士を繋ぐように前記基板に形成された光導波路材を有してなる光導波路とを有することを特徴とする光インターコネクション回路。

【請求項 2】 少なくとも 2 つの前記微小タイル状素子は、前記基板の平面上に接着されているとともに、光信号を放射する第 1 微小タイル状素子と該光信号を受信する第 2 微小タイル状素子とからなり、

前記光導波路の光導波路材は、前記第 1 微小タイル状素子の発光部及び前記第 2 微小タイル状素子の受光部を被うように、前記基板の平面上に形成されており、前記第 1 微小タイル状素子から放射された光信号を前記第 2 微小タイル状素子まで伝播させる機能を有することを特徴とする請求項 1 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 3】 前記光導波路の光導波路材は、前記基板の平面上において、線状又は面状に設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 4】 前記光導波路は、前記第 1 微小タイル状素子と前記第 2 微小タイル状素子の少なくとも一方の近傍に、光を散乱させる光散乱機構を備えることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 5】 前記光散乱機構は、樹脂に光散乱粒子を混ぜたものからなることを特徴とする請求項 4 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 6】 前記光散乱機構は、樹脂の表面に凹凸を設けたものからなることを特徴とする請求項 4 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 7】 前記光散乱機構は、前記光導波路材の線幅と高さのうちの少なくとも一方を変化させたものからなることを特徴とする請求項 4 記載の光イン

ターコネクション回路。

【請求項 8】 前記光散乱機構は、樹脂又はガラスのなかに光散乱粒子を分散させたものであって、ドーム形状をしていることを特徴とする請求項 4 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 9】 前記ドーム形状の光散乱機構を覆うように前記光導波路材が形成されていることを特徴とする請求項 8 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 10】 前記光導波路は、前記第 1 微小タイル状素子と前記第 2 微小タイル状素子の少なくとも一方の近傍、又は前記光導波路材の端部に、光を反射する光反射機構を備えることを特徴とする請求項 2 乃至 9 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路。

【請求項 11】 前記光反射機構は、前記光導波路材の表面に形成された金属膜からなることを特徴とする請求項 10 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 12】 前記光反射機構は、前記光導波路材の表面に金属粒子を含む塗料を塗布して形成されたものからなることを特徴とする請求項 10 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 13】 前記光反射機構は、反射面を有する反射板が前記光導波路材の端部に貼り付けられたものであり、

前記反射板は、前記基板の平面に対して斜めとなるように配置されていることを特徴とする請求項 10 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 14】 前記光導波路材は、前記基板の平面上において、相互にほぼ平行な複数の線の形状に形成されており、

前記反射板は、前記複数の線の少なくとも一方端に配置され、該複数の線それぞれを伝播する光を反射する 1 枚の共通反射板であることを特徴とする請求項 13 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 15】 前記光導波路材は、前記基板に設けられた金属配線パターンに重ねて設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路。

【請求項 16】 前記微小タイル状素子は、厚さが $20\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか一項に記載の光インターコネクション

回路。

【請求項 17】 前記第 1 微小タイル状素子は、LED、面発光レーザ、DFBレーザのうちの一つであることを特徴とする請求項 1 乃至 16 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路。

【請求項 18】 前記第 2 微小タイル状素子は、フォトダイオード又はフォトトランジスタであることを特徴とする請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路。

【請求項 19】 前記第 1 微小タイル状素子に重ねて第 3 微小タイル状素子が設けられていることを特徴とする請求項 2 乃至 18 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路。

【請求項 20】 前記第 3 微小タイル状素子は、前記第 1 微小タイル状素子の発光量を検出する手段と、該検出された発光量に基づいて前記第 1 微小タイル状素子の発光動作を制御する手段とを有することを特徴とする請求項 19 記載の光インターコネクション回路。

【請求項 21】 前記微小タイル状素子は、前記基板に設けられた電子回路と電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 20 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路。

【請求項 22】 基板上に複数の微小タイル状素子を接着し、少なくとも 2 つの該微小タイル状素子を繋ぐように該基板上に光導波路材を設けることを特徴とする光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 23】 前記微小タイル状素子は、光信号を放射する第 1 微小タイル状素子と該光信号を受信する第 2 微小タイル状素子とからなり、

前記光導波路材は、前記第 1 微小タイル状素子から放射された光信号を前記第 2 微小タイル状素子まで伝播させるように設けることを特徴とする請求項 22 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 24】 前記光導波路材は、光硬化樹脂を前記基板及び微小タイル状素子にコーティングし、その後、所望のパターン領域にのみ光を照射することでパターニングして設けることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 25】 前記光導波路材は、所望の樹脂を前記基板及び微小タイル状素子にコーティングし、その後、フォトリソグラフィ法を用いて所望の形状にパターンニングすることで設けることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 26】 前記コーティングは、スピンコート法、ロールコート法及びスプレイコート法のうちの一つの方法を用いて行うことを特徴とする請求項 24 又は 25 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 27】 前記光導波路材は、液滴吐出方式を用いて設けることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 28】 前記光導波路材は、前記基板の平面上及び前記微小タイル状素子の表面に所望パターンの撥液領域と親液領域を設け、その後、該基板の平面上及び微小タイル状素子に前記液滴吐出方式により樹脂を吐出することで設けることを特徴とする請求項 27 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 29】 前記光導波路材は、スタンプを用いたパターン転写法により設けることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 30】 前記光導波路材は、印刷法を用いて設けることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 31】 前記光導波路材は、スリット状の隙間から液状の樹脂を吐出するスリットコート法を用いて設けることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の光インターコネクション回路の製造方法。

【請求項 32】 請求項 1 乃至 21 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路を備えたことを特徴とする電気光学装置。

【請求項 33】 請求項 1 乃至 21 のいずれか一項に記載の光インターコネクション回路を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光インターコネクション回路、光インターコネクション回路の製造

方法、電気光学装置および電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、平面ディスプレイ装置として、エレクトルルミネッセンスパネル（ELP）、プラズマディスプレイパネル（PDP）、液晶表示装置（LCD）などが用いられている。これらの平面ディスプレイ装置は、大型化、大容量表示化に伴う信号の遅延などを解消するために、光を信号伝達に用いる技術が検討されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平5-100246号公報

【0004】

また、コンピュータは、集積回路の内部構造の微細化により、CPU内部の動作速度（動作クロック）が年々向上している。しかし、CPUと記憶装置などの周辺装置を繋ぐバスにおける信号伝達速度はほぼ限界に達しつつあり、コンピュータの処理速度のボトルネックとなっている。このバスにおける信号伝達を光信号で行うことができれば、コンピュータの処理速度の限界を著しく高めることが可能となる。

【0005】

そして、光信号を用いてデータ伝達するには、光源から放射された光信号を所定の場所まで伝達して、受光素子などに入力する光伝送手段が必要になる。従来このような光伝送手段としては、光ファイバーを利用した技術、又は基板上に形成した光導波路を利用した技術がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、光伝送手段として光ファイバーを利用した場合、発光素子及び受光素子などの光部品との接続が繁雑になり、その製造に多大なコスト及び時間がかかるとともに、光伝送手段の小型化が困難になるという問題がある。

【0007】

これに対し、基板上に形成した光導波路を利用することによって、光伝送媒体と発光素子及び受光素子などとの接続を簡単にすることが考えられる。しかし、この光導波路に適した入出力構造が未だ見いだされていないのが現状であり、平面ディスプレイ装置又はコンピュータに適用できるほどの微細化及び製造容易化が図られた光伝送手段は実現されていない。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、信号伝達速度を高速化することができるとともに容易に微細化することができ、簡易に製造することができる光インターコネクション回路、光インターコネクション回路の製造方法、電気光学装置および電子機器の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために本発明の光インターコネクション回路は、基板に取り付けられ発光機能又は受光機能を備えた少なくとも2つの微小タイル状素子と、少なくとも2つの前記微小タイル状素子同士を繋ぐように前記基板に形成された光導波路材を有してなる光導波路とを有することを特徴とする。

本発明によれば、発光機能を有する微小タイル状素子から放射された光信号が光導波路材を伝播して受光機能を有する微小タイル状素子に到達することができ、微小タイル状素子間で光信号の送受信を行うことができる。したがって、本発明によれば、非常に高速な信号伝送手段を簡易に実現することができる。また、微小タイル状素子を非常に小さな形状（例えば、数百 μm 四方以下の面積と数十 μm 以下の厚さをもつもの）にすることで、非常に微細な光信号伝送手段を簡易に製造することができる。本発明において、光導波路材としては、透明樹脂あるいはゾルゲルガラスを適用することができる。ゾルゲルガラスとは、ガラス成分を含む溶液を加熱するなどして固体ガラスに変質させたものである。

【0010】

また、本発明の光インターコネクション回路は、少なくとも2つの前記微小タイル状素子は、前記基板の平面上に接着されているとともに、光信号を放射する第1微小タイル状素子と該光信号を受信する第2微小タイル状素子とからなり、

前記光導波路の光導波路材は、前記第1微小タイル状素子の発光部及び前記第2微小タイル状素子の受光部を被うように、前記基板の平面上に形成されており、前記第1微小タイル状素子から放射された光信号を前記第2微小タイル状素子まで伝播させる機能を有することが好ましい。

本発明によれば、第1微小タイル状素子及び第2微小タイル状素子を接着剤などを用いて基板上の任意の位置に簡易に接着することができる。そして、第1微小タイル状素子から第2微小タイル状素子へ光信号を送信することができる。ここで、例えば、フレキシブルテープ（フィルム）の片方面に微小タイル状素子を仮接着することで、その微小タイル状素子を簡易にかつ精密な位置にハンドリングすることができる。

【0011】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光導波路の光導波路材が前記基板の平面上において線状又は面状に設けられていることが好ましい。

本発明によれば、例えば、第1微小タイル状素子と第2微小タイル状素子の間を線状に設けられた光導波路材で繋ぐことで、光信号がその光導波路材を伝播し、第1微小タイル状素子と第2微小タイル状素子間で光信号を伝送することができる。

また、本発明によれば、例えば、1個の第1微小タイル状素子と複数個の第2微小タイル状素子とを被うように光導波路材を面状又は線状に設けることで、1個の第1微小タイル状素子から放射された光信号を、複数個の第2タイル状素子が同時に受信することができ、より高速な信号伝送を行うことができる。

また、本発明によれば、例えば、複数個の第1微小タイル状素子と複数個の第2微小タイル状素子とを被うように光導波路材を面状又は線状に設けることで、複数個の第1微小タイル状素子と複数個の第2微小タイル状素子との間で、高速な信号伝達をすることができる。ここで、各第1微小タイル状素子毎に放射する光信号の光の波長を異なるものとするすることで、光信号によるバスを簡易に構成することができる。

【0012】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光導波路が、前記第1微

小タイル状素子と前記第2微小タイル状素子の少なくとも一方の近傍に、光を散乱させる光散乱機構を備えることが好ましい。

本発明によれば、例えば、光導波路をなす光導波路材における第1微小タイル状素子の近傍に光散乱機構を設けることで、第1微小タイル状素子から放射された光信号がその光散乱機構で散乱され、光導波路全体に効率よく光信号を伝播することができる。また、例えば、光導波路をなす光導波路材における第2微小タイル状素子の近傍に光散乱機構を設けることで、光導波路を伝播してきた光信号が第2微小タイル状素子の近傍で散乱され、光信号を第2微小タイル状素子に効率よく入力することができる。

したがって、本発明によれば、例えば、第1微小タイル状素子から光信号が基板の表面に対して垂直方向に出射されても、光散乱機構によってその光信号が散乱されて効率よく光導波路材を伝播する。また、例えば、第2微小タイル状素子の受光部が基板の表面と平行となるように配置されていても、その第2微小タイル状素子の受光部は光散乱機構によって散乱された光信号を効率よく正確に入力することができる。

【0013】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光散乱機構が樹脂に光散乱粒子を混ぜたものからなることが好ましい。

本発明によれば、簡易に、光導波路をなす光導波路材における任意の部位に光散乱機構を設けることができる。

【0014】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光散乱機構が樹脂の表面に凹凸を設けたものからなることが好ましい。

本発明によれば、例えば、基板の表面上などに光導波路をなす光導波路材を形成した後に、その光導波路材の表面の所望部位に、エンボス加工又はスタンパ転写などによって凹凸を設けることで、簡易に光導波路をなす光導波路材における任意の部位に光散乱機構を設けることができる。

【0015】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光散乱機構が前記光導波

路材の線幅と高さのうちの少なくとも一方を変化させたものからなることが好ましい。

本発明によれば、例えば、第2微小タイル状素子の上部を横切るように、光導波路をなす光導波路材が基板表面上で線状に形成された場合など、その第2微小タイル状素子の上部における光導波路材の線幅及び高さを他の部位よりも小さくすることで、簡易に、光散乱機構を構成することができる。

【0016】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光散乱機構が樹脂又はガラスのなかに光散乱粒子を分散させたものであってドーム形状をしていることが好ましい。

本発明によれば、光散乱機構の大きさ及び形状などを制御することが容易となり、光導波路と第1微小タイル状素子及び第2微小タイル状素子との光結合効率を容易に調整することができる。

【0017】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記ドーム形状の光散乱機構を覆うように前記光導波路材が形成されていることが好ましい。

本発明によれば、光結合効率の高い光インターコネクション回路を容易に形成することができる。

【0018】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光導波路が、前記第1微小タイル状素子と前記第2微小タイル状素子の少なくとも一方の近傍、又は前記光導波路材の端部に、光を反射する光反射機構を備えることが好ましい。

本発明によれば、第1微小タイル状素子から放射された光信号の伝播方向を、光反射機構によって光導波路に沿った方向にすることができ、また、光導波路に沿って伝播する光信号を光反射機構によって第2微小タイル状素子の受光部に向かわせることができ、光信号の伝送効率を簡易に向上させることができる。

【0019】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光反射機構が前記光導波路材の表面に形成された金属膜からなることが好ましい。

本発明によれば、例えば、基板の表面上などに光導波路をなす光導波路材を形成した後に、その光導波路材の表面の所望部位に金属膜を貼り付けるなどして、簡易に光導波路をなす光導波路材における任意の部位に光反射機構を設けることができる。

【0020】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光反射機構が前記光導波路材の表面に金属粒子を含む塗料を塗布して形成されたものからなることが好ましい。

本発明によれば、例えば、基板の表面上などに光導波路をなす光導波路材を形成した後に、その光導波路材の表面の所望部位に金属粒子を含む塗料を塗布することで簡易に光導波路をなす光導波路材における任意の部位に光反射機構を設けることができる。

【0021】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光反射機構が反射面を有する反射板について前記光導波路材の端部に貼り付けられたものであり、前記反射板が前記基板の平面に対して斜めとなるように配置されていることが好ましい。

本発明によれば、光導波路材の端部に反射板を斜めに貼り付けることで、例えば基板平面に対して垂直方向に第1微小タイル状素子から放射された光信号を、反射板で反射させて光導波路に沿った方向に伝播させることができる。また、光導波路に沿って伝播する光信号を反射板によって第2微小タイルの受光部に向かわせることができ、光信号の伝送効率を簡易に向上させることができる。

【0022】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光導波路材が、前記基板の平面上において、相互に平行な複数の線の形状に形成されており、前記反射板は、前記複数の線の少なくとも一方端に配置され、該複数の線それぞれを伝播する光を反射する1枚の共通反射板であることが好ましい。

本発明によれば、例えば、複数の線形状に形成された光導波路材によって複数の光導波路が形成され、各光導波路の一方端それぞれに第1微小タイル状素子が

配置された場合に、1枚の共通反射板を各第1微小タイル状素子の上方を被うように斜めに配置することで、各第1微小タイル状素子から放射された光信号の伝播方向を光導波路に沿った方向にすることができる。

また、本発明によれば、例えば、複数の線形状に形成された光導波路材によって複数の光導波路が形成され、各光導波路の他方端それぞれに第2微小タイル状素子が配置された場合に、1枚の共通反射板を各第2微小タイル状素子の上方を被うように斜めに配置することで、各光導波路を伝播する光信号を各第2微小タイル状素子の受光部に向かわせることができる。

【0023】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記光導波路材が前記基板に設けられた金属配線パターンに重ねて設けられていることが好ましい。

本発明によれば、光導波路をなす光導波路材を金属配線パターンに重ねて設けることで、装置をコンパクト化することができ、例えば大きな電力を金属配線パターンで供給しながら、光導波路によって高速に信号の送受信をすることができる。

また、本発明によれば、光導波路と金属配線パターンを重ねることで、集積回路などをよりコンパクトにすることができ、平面ディスプレイ装置に本発明を適用することで、開口率などを向上させることができる。

【0024】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記微小タイル状素子の厚さが $20\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

本発明によれば、例えば、光導波路材がなす光導波路の途中に1個以上の微小タイル状素子を配置した場合に、その微小タイル状素子の厚さを $20\mu\text{m}$ 以下にすることで、基板と微小タイル状素子となす段差を十分小さくすることができるため、その段差を乗り越えて連続的に光導波路を形成できる。かかる段差部において連続的に光導波路を形成しても、その段差が小さいため、散乱などの光の伝達損失はほとんど無視できる。そのため本発明によれば、段差部に段差緩和のための特別な構造及び光学素子を必要とせず、低コストでかつ簡便に作製できる光インターコネクション回路を提供することができる。

【0025】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記第1微小タイル状素子が、LED、面発光レーザ、DFBレーザのうちの一つであることが好ましい。

本発明によれば、ある基板上に形成したLED、面発光レーザ又はDFBレーザなどを微小タイル形状に切り出すなどして、光信号を放射する第1微小タイル状素子を設けることができる。ここで、面発光レーザは、化合物半導体からなるものであるので、シリコンと格子整合せず、エピタキシーなどの半導体プロセスによって直接にシリコン集積回路上に形成することが非常に困難である。そこで、一旦、ガリウム・ヒ素基板に面発光レーザを形成し、次いで、その面発光レーザを微小タイル形状にチップ化することで、第1微小タイル状素子を設ける。このようにチップ化することで、シリコンなどの基板上的任意の位置に面発光レーザを配置することができる。

また、本発明によれば、第1微小タイル状素子としてDFBレーザを用いることで、光信号の伝送効率をさらに上げることができ、上記の光散乱機構及び光反射機構の必要性を低減することができる。その理由は、DFBレーザが、面発光レーザ及びLEDとは異なり、微小タイル形状の端部（側面）から基板平面と平行な方向にレーザ光を放射するからである。

【0026】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記第2微小タイル状素子がフォトダイオード又はフォトランジスタであることが好ましい。

本発明によれば、コンパクトで高感度な受光手段となる第2微小タイル状素子を構成することができる。

【0027】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記第1微小タイル状素子に重ねて第3微小タイル状素子が設けられていることが好ましい。

本発明によれば、第1微小タイル状素子の発光量をモニタリングする機能、又は第1微小タイル状素子とは異なる波長の光信号を出力する機能などを第3微小タイル状素子に備えることで、より高機能な光インターコネクション回路を提供することができる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記第 3 微小タイル状素子が前記第 1 微小タイル状素子の発光量を検出する手段と、該検出された発光量に基づいて前記第 1 微小タイル状素子の発光動作を制御する手段とを有することが好ましい。

本発明によれば、第 1 微小タイル状素子の発光量を第 3 微小タイル状素子で検出し、その検出値を第 1 微小タイル状素子の駆動回路へフィードバックさせることで A P C 機能を持たせることが可能となり、安定した光データ伝送をすることができる。

【 0 0 2 9 】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記フォトダイオードが M S M 型フォトダイオードであることが好ましい。

本発明によれば、M S M 型フォトダイオードで第 2 微小タイル状素子を構成することで、高速な光信号を検出することができ、より高速な光信号伝送をすることができる。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記微小タイル状素子が、発光素子を駆動する回路、発光素子を制御する回路、受光信号を増幅する回路のうちの少なくとも 1 つの回路を有することが好ましい。

本発明によれば、発光機能又は受光機能を有する微小タイル状素子が、光信号を生成する回路又は光信号を検出する回路などを備えることで、光インターコネクション回路をさらにコンパクト化することができる。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記微小タイル状素子が前記基板に設けられた電子回路と電気的に接続されていることが好ましい。

本発明によれば、基板に設けられた集積回路などの電子回路についての信号伝送を光インターコネクション回路によって高速化することができ、コンパクトでありながら従来よりも高速な集積回路を提供することができる。

また、本発明によれば、例えば、基板に設けられた平面ディスプレイなどの走

査信号を光インターコネクション回路によって高速に伝送することができ、平面ディスプレイ装置における画面の大型化及び高品位化を促進することができる。

【0032】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記微小タイル状素子が液滴吐出方式を用いて設けられたものからなることが好ましい。

本発明によれば、所望の機能を有する微小タイル状素子を低コストで製造することができ、安価な光インターコネクション回路を提供することができる。

【0033】

また、本発明の光インターコネクション回路は、前記微小タイル状素子がフォトリソグラフィ法を用いて設けられたものからなることが好ましい。

本発明によれば、一般的に製造装置を用いて微小タイル状素子を製造することができ、簡易に光インターコネクション回路を提供することができる。

【0034】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、基板上に複数の微小タイル状素子を接着し、少なくとも2つの該微小タイル状素子を繋ぐように該基板上に光導波路材を設けることを特徴とする。

本発明によれば、微小タイル状素子間において光信号を送受信する光インターコネクション回路を、簡易に製造することができる。

【0035】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記微小タイル状素子が、光信号を放射する第1微小タイル状素子と該光信号を受信する第2微小タイル状素子とからなり、前記光導波路材は、前記第1微小タイル状素子から放射された光信号を前記第2微小タイル状素子まで伝播させるように設けることが好ましい。

本発明によれば、半導体レーザなどの発光素子を微小なタイル形状に形成して第1微小タイルを設け、フォトダイオードなどの受光素子を微小なタイル形状に形成して第2微小タイルを設け、その第1微小タイル状素子と第2微小タイル状素子を接着剤などを用いて基板上の任意の位置に簡易に接着することができる。そして、第1微小タイル状素子から第2微小タイル状素子へ光信号を送信するこ

とができる。ここで、例えば、フレキシブルテープ（フィルム）の片方面に微小タイル状素子を仮接着することでハンドリングすることで、ハンドリングできる微小タイル状素子（半導体素子）のサイズを従来の実装技術のものよりも小さくすることができ、その微小タイル状素子を簡易にかつ精密な位置にハンドリングすることができる。

また、微小タイル状素子は化合物半導体でもシリコン半導体でもよく、微小タイル状素子が接合される基板はシリコン半導体基板でも化合物半導体基板でもその他の物質でもよい。そこで、本発明によれば、シリコン半導体基板（集積回路基板など）又はガラス基板（平面ディスプレイ装置など）上に、ガリウム・ヒ素製の面発光レーザ又はフォトダイオードなどを形成するというように、微小タイル状素子を当該微小タイル状素子とは材質の異なる基板上に形成して光インターコネクション回路を構成することが可能となる。また、半導体基板上で微小タイル状素子をなす半導体素子を完成させてから微小タイル形状に切り離すので、光インターコネクション回路を作成する前に、予め微小タイル状素子をテストして選別することが可能となる。

【0036】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材について、光硬化樹脂を前記基板及び微小タイル状素子にコーティングし、その後、所望のパターン領域にのみ光を照射することでパターンニングして設けることが好ましい。

本発明によれば、所望形状の光導波路材からなる光導波路を従来からある製造装置を用いて簡易に形成することができる。

【0037】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材について、所望の樹脂を前記基板及び微小タイル状素子にコーティングし、その後、フォトリソグラフィ法を用いて所望の形状にパターンニングすることで設けることが好ましい。

本発明によれば、例えば、基板にコーティングされた樹脂を、レジストなどをマスクとしてドライ又はウェットエッチングすることで、所望形状の光導波路材

からなる光導波路を簡易に形成することができる。

【0038】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記コーティングは、スピコート法、ロールコート法及びスプレイコート法のうちの一つの方法を用いて行うことが好ましい。

本発明によれば、各種のコーティング法のうちの任意のコーティング法を用いて光導波路材からなる光導波路を形成することができる。

【0039】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材が液滴吐出方式を用いて設けられることが好ましい。

本発明によれば、任意の形状の光導波路材からなる光導波路を液滴吐出方式により簡易に形成することができる。また、液滴吐出方式を用いることにより、製造工程において浪費する光導波路材の量を削減することができる。

【0040】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材が、前記基板の平面上及び前記微小タイル状素子の表面に所望パターンの撥液領域と親液領域を設け、その後、該基板の平面上及び微小タイル状素子に前記液滴吐出方式により樹脂を吐出することで設けることが好ましい。

本発明によれば、基板に所望パターンの撥液領域と親液領域を設け、その親液領域に樹脂を吐出することで、より精密な形状に光導波路材からなる光導波路を形成することができる。

【0041】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材がスタンプを用いたパターン転写法により設けられることが好ましい。

本発明によれば、パターン転写法により所望形状の光導波路材からなる光導波路を簡易に形成することができる。

【0042】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材が印刷法を用いて設けられることが好ましい。

本発明によれば、印刷法により所望形状の光導波路材からなる光導波路を簡易に形成することができる。

【0043】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記光導波路材がスリット状の隙間から液状の樹脂を吐出するスリットコート法を用いて設けられることが好ましい。

本発明によれば、スリットコート法により所望形状の光導波路材からなる光導波路を簡易に形成することができる。

【0044】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記微小タイル状素子が液滴吐出方式を用いて設けられることが好ましい。

本発明によれば、微小タイル状素子を形成するための材料の必要量を低減することができ、安価な光インターコネクション回路を提供することができる。

【0045】

また、本発明の光インターコネクション回路の製造方法は、前記微小タイル状素子がフォトリソグラフィ法を用いて設けられることが好ましい。

本発明によれば、一般的に製造装置を用いて微小タイル状素子を製造することができ、簡易に光インターコネクション回路を製造することができる。

【0046】

本発明の電気光学装置は、前記光インターコネクション回路を備えたことを特徴とする。

本発明によれば、例えば、平面ディスプレイなどの走査信号を光インターコネクション回路によって伝送することで、高速に走査信号を伝送することができ、平面ディスプレイ装置における画面の大型化及び高品位化を実現することができる。

【0047】

本発明の電子機器は、前記光インターコネクション回路を備えたことを特徴とする。

本発明によれば、例えば、集積回路に本発明の光インターコネクション回路を

適用することで、高速に信号処理することができかつコンパクトな電子機器を安価に提供することができる。

また、本発明によれば、例えば、表示装置に光インターコネクション回路を適用することで、高品位な画像を表示することができる電子機器を安価に提供することができる。

【0048】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る光インターコネクション回路について、図面を参照して説明する。

（第1実施形態）

図1は本発明の第1実施形態に係る光インターコネクション回路を示し、（a）は概略断面図であり、（b）は概略平面図である。本実施形態に係る光インターコネクション回路は、基板10の表面に接着された第1微小タイル状素子21及び第2微小タイル状素子22と、第1微小タイル状素子21と第2微小タイル状素子22を繋ぐように基板10の表面に形成された光導波路材からなる光導波路30とからなるものである。光導波路材としては、透明樹脂あるいはゾルゲルガラスを適用することができる。基板10としては、ガラスエポキシ、セラミック、プラスチック、ポリイミド、シリコン又はガラスなど任意のものを適用することができる。

【0049】

第1微小タイル状素子21及び第2微小タイル素子22は、微小なタイル形状の半導体デバイス（微小タイル状素子）である。この微小タイル状素子は、例えば、厚さが20 μ m以下であり、縦横の大きさが数十 μ mから数百 μ mの板状部材である。微小タイル状素子の製造方法については、後で詳細に説明する。

【0050】

第1微小タイル状素子21は、発光機能をもつ発光部21aを備えている。第2微小タイル状素子22は、受光機能をもつ受光部22bを備えている。そして光導波路30をなす光導波路材は、少なくとも第1微小タイル状素子21の発光部21aと第2微小タイル状素子22の受光部22bを被うように形成されてい

る。

【0051】

このように構成により、第1微小タイル状素子21の発光部21aから放射された光は、光導波路30を伝播し、第2微小タイル状素子22の受光部22bに到達する。そこで、発光部21aの発光動作を制御して光信号を発光部21aから放射すると、その光信号が光導波路30を伝播し、光導波路30を伝播してきた光信号を受光部22bが検出することができる。

【0052】

また、第1微小タイル状素子21から放射された光信号は、光導波路30を伝播して第2微小タイル状素子22に入射するとともに、第2微小タイル状素子22の上を通過する。これにより、1個の第1微小タイル状素子21から複数の第2微小タイル状素子22へ略同時に光信号を送信することができる。ここで、第2微小タイル状素子22の厚さを $20\mu\text{m}$ 以下とすることにより、基板との段差が十分小さくなるため、図1のように段差を乗り越えて連続的に光導波路30を形成できる。段差部において連続的に光導波路30を形成しても、段差が小さいため、散乱などの光の伝達損失はほとんど無視できる。そのため段差部に段差緩和のための特別な構造や光学素子を必要としない。よって低コストかつ簡便に作製できる。また、光導波路30をなす光導波路材の厚さを数十 μm 以下にすることができる。

【0053】

第1微小タイル状素子21は、例えば、LED、VCSEL（面発光レーザ）又は電界吸収変調器内蔵のDFB（Distributed Feedback）レーザを備えるものとする。発光デバイスとして、LEDはもともと構造が単純で作製が容易であるが、光信号の変調速度が数百Mbps程度と遅い。これに対してVCSELは、10Gbpsを超える非常に高速な変調が可能であるうえ、しきい値電流が小さく発光効率が高いので低消費電力で駆動できる。DFBレーザは、変調速度は1Gbps程度と面発光レーザには及ばないものの、微小タイル形状の端部から基板10の平面と平行な方向、すなわち光導波路30に沿った方向へレーザ光を出射するため、面発光レーザより効率よく光信号を伝播することができる。

【0054】

第2微小タイル状素子22は、例えば、フォトダイオード又はフォトトランジスタを備えるものとする。ここで、フォトダイオードとしては、PIN型フォトダイオード、APD（アバランシェフォトダイオード）、MSM型フォトダイオードを用途に応じて選ぶことができる。APDは、光感度、応答周波数ともに高い。MSM型フォトダイオードは、構造が単純で増幅用トランジスタとともに集積化しやすい。

【0055】

また、受光素子からなる第3微小タイル状素子（図示せず）を第1微小タイル状素子21に重ねるように形成することもできる。こうすれば第1微小タイル状素子21の発光量を第3微小タイル状素子でモニタし、その値を第1微小タイル状素子21へフィードバックさせることでAPC機能を持たせることが可能となり、安定した光データ伝送を実現できる。あるいは第1微小タイル状素子21そのものにAPC機能を内蔵させてもよい。また、第2微小タイル状素子22は、検出した信号を増幅する回路などを備えることが望ましい。こうすることにより、装置をさらに高性能化することができる。

【0056】

そして、第1微小タイル状素子21及び第2微小タイル状素子22は、基板10に設けられた集積回路、又はEL表示回路、プラズマディスプレイ、液晶表示回路などの電子回路（図示せず）と電気的に接続されている。これにより、集積回路などからなるコンピュータシステムをコンパクトでありながら従来よりも高速にすることができる。また、基板10に設けられた平面ディスプレイなどの走査信号を本実施形態の光インターコネクション回路によって高速に伝送することができ、平面ディスプレイ装置における画面の大型化及び高品位化を促進することができる。

【0057】

図1においては、第1微小タイル状素子21と第2微小タイル状素子22がそれぞれ一つづつ、一本の光導光路30に結合されているが、第2微小タイル状素子22の個数は複数個であってもよい。この場合、一つの第1微小タイル状素子

21（発光素子）から送信された光信号は、一本の光導光路30を伝播して、複数の第2微小タイル状素子22で同時に検出されることができる。これは一対多のバスラインと同じである。

また第1微小タイル状素子21と第2微小タイル状素子22ともに複数個であってもよい。ここで、各第1微小タイル状素子21は、放射する光の波長が異なるものとしてもよい。また、各第2微小タイル状素子22は、少なくとも1つの第1微小タイル状素子21が放射する光の波長に対応して、波長選択機能をもつ受光手段であることが好ましい。これらにより、複数の第1微小タイル状素子21からそれぞれ送信された複数の光信号が、1つの光導波路30を同時に伝播して、複数の第2微小タイル素子22それぞれに検出されることができる。したがって、複数の光信号を並列に送受信することができるバスを、簡易に構成することができる。

【0058】

また、光導波路30は、図1においては直線状に形成されているが、曲線状に形成したり複数の分岐させることもできる。また、ループ状に形成してもかまわない。また、複数のタイル状素子を覆うようにシート状に形成してもよい。もちろん一つの基板10の表面に複数の組の第1微小タイル状素子21と第2微小タイル状素子22及び光導波路30を形成してもかまわない。さらに、基板10の表裏両面に第1微小タイル状素子21と第2微小タイル状素子22及び光導波路30を形成することもできる。

【0059】

（第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態に係る光インターコネクション回路について図2から図5を参照して説明する。本実施形態は、第1微小タイル状素子21及び第2微小タイル状素子22の近傍の光導波路30において、光を散乱する光散乱機構を備えている点が第1実施形態と異なる。図2は本発明の第2実施形態に係る光インターコネクション回路の一例を示す概略側面図である。

【0060】

本光インターコネクション回路は、光導波路30をなす光導波路材における第

1 微小タイル状素子 2 1 及び第 2 微小タイル状素子 2 2 の近傍に、光散乱機構 3 1 a をなす光散乱粒子が分散されている。光散乱粒子としては、例えばシリカ粒子、ガラス粒子又は金属粒子などを用いる。この光散乱機構 3 1 a を備えた光導波路 3 0 は、例えばディスペンサあるいはインクジェットノズルなどから液滴を吐出する液滴吐出方式を用いる。具体的には、あるインクジェットノズルなどから液状の光導波路材（樹脂など）を所定部位に吐出するとともに、他のインクジェットノズルなどから光散乱粒子を含んだ液状の光導波路材を所定部位に吐出することで、光散乱機構 3 1 a を備えた光導波路 3 0 を形成する。

【0061】

また、光導光路 3 0 の構成材料としては、樹脂の他にゾルゲルガラスを適用することができる。ゾルゲルガラスの製法は、金属アルコキシドに酸を加えて加水分解した溶液などを所定部位に塗布し、熱などのエネルギーを加えてガラス化するものである。

【0062】

図 3 は第 2 実施形態に係る光インターコネクション回路の他の例を示す概略側面図である。本光インターコネクション回路の光散乱機構 3 1 a' は、光散乱粒子を分散した樹脂又はガラスがドーム状に形成したドーム状光散乱機構である。この光散乱機構 3 1 a' （ドーム状光散乱機構）を覆うように光導光路 3 0 が形成されている。この光散乱機構 3 1 a' は、図 2 に示す光散乱機構 3 1 a よりも、その大きさ及び形状などが制御しやすいので、光導波路 3 0 と第 1 微小タイル状素子 2 1 又は第 2 微小タイル状素子 2 2 との光結合効率の容易な調整が可能となる。

【0063】

次に、光散乱機構 3 1 a' の製造方法について説明する。まず、インクジェット又はディスペンサなどを用い、光散乱粒子を含んだ液状の樹脂又は珪酸エチルなどの金属アルコキシドに酸を加え加水分解した溶液などを基板 1 0 の所定部位にドーム状に塗布する。次いで、その塗布した部位に熱などのエネルギーを加えてかかる溶液を硬化又はガラス化する。このようにしてドーム状の光散乱機構 3 1 a' を第 1 微小タイル状素子 2 1 又は第 2 微小タイル状素子 2 2 の上に形成す

る。次いで、ドーム状の光散乱機構 31a' を覆うように透明樹脂又はゾルゲルガラスで線状の光導光路 30 を形成する。

【0064】

図4は第2実施形態に係る光インターコネクション回路の他の例を示す概略側面図である。本光インターコネクション回路の光散乱機構 31b は、光導波路 30 をなす光導波路材の表面に凹凸を設けた構成としている。この光散乱機構 31b も第1微小タイル状素子 21 及び第2微小タイル状素子 22 の近傍に設けられている。ここで、光散乱機構 31b をなす凹凸は、エンボス加工又はスタンパ転写などで形成する。

【0065】

図5は第2実施形態に係る光インターコネクション回路の他の例を示し、(a) は概略側面図であり、(b) は概略平面図である。本光インターコネクション回路の光散乱機構 31c は、光導波路 30 をなす線状の光導波路材の線幅及び高さを変化させた構成としている。すなわち、光導波路 30 において、第2微小タイル状素子 22 の受光部 22b の近傍について光導波路材の線幅及び高さを小さく絞っている。

【0066】

光散乱機構 31c を備えた光導波路 30 の製造方法について次に説明する。先ず、基板 10 の表面の所望位置に第1微小タイル状素子 21 及び第2微小タイル状素子 22 を接着する。次いで、基板 10 の表面全体、並びに第1微小タイル状素子 21 及び第2微小タイル状素子 22 の表面全体に撥液処理を施す。次いで、撥液処理した面における光導波路 30 を設ける領域に親液処理を施す。ここで、親液処理を施す領域は、線状であって第2微小タイル状素子 22 の受光部 22b の近傍について線幅を絞ったパターンとする。なお、親液処理としては、例えば紫外線を照射することで行う。

【0067】

次いで、親液処理した領域内に、インクジェットノズルなどから液状の光導波路材を滴下する。すると、かかる滴下された光導波路材は、親液処理された領域において濡れ広がる作用を受け、撥液処理された領域からは弾き出される作用を

受け、また表面張力なども作用する。そこでかかる光導波路材は、図5に示すような受光部22bの近傍で線幅が絞られた形状となる。

【0068】

上記のように、光導波路30における第1微小タイル状素子21の近傍に光散乱機構31a, 31b, 31cを設けることにより、第1微小タイル状素子21から放射された光信号がその光散乱機構31a, 31b, 31cで散乱され、光導波路全体に効率よく光信号を伝播させることができる。また、第2微小タイル状素子22の近傍に光散乱機構31a, 31b, 31cを設けることで、光導波路30を伝播してきた光信号が第2微小タイル状素子22の近傍で散乱され、光信号を第2微小タイル状素子22に効率よく入射させることができる。

【0069】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態に係る光インターコネクション回路について図6から図8を参照して説明する。本実施形態は、光導波路30における第1微小タイル状素子21及び第2微小タイル状素子22の近傍、又は光導波路30の端部に、光を反射する光反射機構を備える点が第1及び第2実施形態と異なる。図6は、本発明の第3実施形態に係る光インターコネクション回路の一例を示し、(a)は概略側面図であり、(b)は概略平面図である。

【0070】

例えば、光導波路30をなす光導波路材の表面に金属膜を形成することで光反射機構32a, 32bを設ける。また、光導波路30をなす光導波路材の表面に金属微粒子を含む塗料を塗布することで光反射機構32a, 32bを設けてもよい。金属微粒子としては、銀、アルミニウム、マグネシウム、銅、ニッケル、チタン、クロム、亜鉛などの微粒子を適用することができる。光反射機構32a, 32bをなす金属膜の形成及び金属微粒子を含む塗料の塗布は、インクジェットノズルなどから塗料などを吐出することで行ってもよい。また、光反射機構32a又は光反射機構32bは、光導光路30の全体に施してもかまわない。

【0071】

このような構成にすることにより、第1微小タイル状素子21から放射された

光信号が光反射機構 32a で光導波路 30 に沿う方向に反射され、その光信号の一部が光反射機構 32b で第 2 微小タイル状素子 22 の方向に反射される。したがって、本実施形態によれば、光信号を効率よく伝播させることができる。

【0072】

図 7 は第 3 実施形態に係る光インターコネクション回路の他の例を示し、(a) は概略側面図であり、(b) は概略平面図である。本光インターコネクション回路の光反射機構 32c は、反射面を有する反射板が光導波路 30 の端部に貼り付けられた構成となっている。ここで、光反射機構 32c の反射面は、基板 10 の表面に対して例えば 45 度の角度をもつように設けられている。

【0073】

また、本光インターコネクション回路では、2 本の平行な光導波路 30a, 30b が設けられている。そして、光反射機構 32c は、2 本の光導波路 30a, 30b の一方端に設けられ、光導波路 30a, 30b に共用される 1 枚の共通反射板となっている。そこで、2 つの第 1 微小タイル状素子 21 からそれぞれ放射された光信号は、光反射機構 32c によってそれぞれ光導波路 30a, 30b に沿う方向に反射される。したがって、本実施形態によれば、光信号を効率よく伝播させることができるとともに、効率よく光インターコネクション回路を製造することができる。

なお、図 7 に示す形態では、2 本の光導波路 30a, 30b に共通の光反射機構 32c を設けたが、3 本以上の光導波路に共通の光反射機構 32c を設けてもよい。

【0074】

図 8 は第 3 実施形態に係る光インターコネクション回路の他の例を示し、(a) は概略側面図であり、(b) は概略平面図である。本光インターコネクション回路の光反射機構 32d, 32e は、グレーティングを施した板状の光学部品（グレーティング部品）である。光反射機構 32d は第 1 微小タイル状素子 21 に被さるように、光反射機構 32e は第 2 微小タイル状素子 22 に被さるように、光導波路 30 上に設置されている。

【0075】

ここで、光導波路 30 a と光導波路 30 b の間隔が比較的大きい場合は、図 8 に示すように各光導波路 30 a, 30 b に別個に光反射機構 32 e を取り付ける。光導波路 30 a と光導波路 30 b が接近しておりほぼ平行に配置されている場合は、図 8 に示すように光導波路 30 a, 30 b に共通な光反射機構 32 d を取り付けてもよい。

【0076】

上記図 2 から図 8 に示す光散乱機構及び光反射機構は、互いに組み合わせて用いるとより効果的である。

【0077】

(製造方法)

次に、上記実施形態に係る光インターコネクション回路における光導波路 30 の製造方法について、図 9 から図 12 を参照して説明する。図 9 は光導波路 30 の製造方法を示す模式側面図である。

【0078】

先ず、基板 10 の上面に上記第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子を接着しておく。その後、光導波路 30 の製造工程に入る。そして、図 9 (a) に示すように、基板 10 の上面と第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子 (図示せず) の上面の全体に、液状の光硬化樹脂 30 c をコーティングする。このコーティングは、スピコート法、ロールコート法、スプレイコート法などで行う。

【0079】

次いで液状の光硬化樹脂 30 c に対して、所望パターンのマスクを介して紫外線 (UV) を照射する。これにより、液状の光硬化樹脂 30 c における所望領域だけが硬化しパターンニングされる。そして、硬化していない樹脂を洗浄などにより除去することで、図 9 (b) に示すように、硬化された光導波路材からなる光導波路 30 d が形成される。

【0080】

図 10 は光導波路 30 の製造方法についての他の例を示す模式側面図である。先ず、基板 10 の上面に上記第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子を

接着しておく。その後、光導波路 30 の製造工程に入る。そして、図 10 (a) に示すように、基板 10 の上面と第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子 (図示せず) の上面全体に樹脂 30 e をコーティングして硬化させる。このコーティングは、スピコート法、ロールコート法、スプレイコート法などで行う。次いで、樹脂 30 e における所望領域にレジストマスク 41 を形成する。このレジストマスク 41 の形成領域は光導波路 30 を形成する領域と同じである。

【0081】

次いで、図 10 (b) に示すように、レジストマスク 41 の上から基板 10 全体についてドライエッチング又はウエットエッチングを施し、レジストマスク 41 の下以外にある樹脂 e を除去する。このようにフォトリソパターニングして、レジストマスク 41 を除去することで、光導波路材からなる光導波路 30 f が形成される。

【0082】

図 11 は光導波路 30 の製造方法についての他の例を示す模式側面図である。先ず、基板 10 の上面に上記第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子を接着しておく。その後、光導波路 30 の製造工程に入る。そして、基板 10 の上面と第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子 (図示せず) の上面全体に、撥液処理を施して撥液表面 51 を設ける。

【0083】

次いで、図 11 (a) に示すように、撥液表面 51 における所望パターン領域に紫外線を照射することなどして、撥液表面 51 のなかに所望パターンの親液表面 52 を設ける。次いで、図 11 (b) に示すように、親液表面 52 のなかに、インクジェットノズルまたはディスペンサなどから液状の光導波路材 30 g を滴下する。光導波路材 30 g としては、透明樹脂又はゾルゲルガラスを用いる。そして、基板 10 上に滴下された光導波路材 30 g を硬化させることで、光導波路材からなる光導波路 30 h が形成される。

ゾルゲルガラスで光導波路 30 g を形成する場合は、金属アルコキシドに酸を加えて加水分解した溶液などをインクジェットノズルまたはディスペンサなどから親液表面 52 に滴下する。次いで、滴下した溶液に熱などのエネルギーを加え

てガラス化し光導波路 30 h とする。

【0084】

図 12 は光導波路 30 の製造方法についての他の例を示す模式側面図である。先ず、基板 10 の上面に上記第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子を接着しておく。その後、光導波路 30 の製造工程に入る。そして、図 12 (a) に示すように、基板 10 の上面並びに第 1 微小タイル状素子及び第 2 微小タイル状素子の上面であって、光導波路 30 を設けようとする領域を被うように、液状の樹脂 30 i を塗布する。

【0085】

次いで、光導波路 30 のパターン形状 52 をもつ型であるスタンプ 51 を、基板 10 の上方から基板 10 の表面に押し付ける。次いで、図 12 (b) に示すように、基板 10 の表面からスタンプ 51 を持ち上げる。これらにより、スタンプ 51 を用いたパターン転写法により、基板 10 上に所望パターン形状の光導波路材からなる光導波路 30 j が形成される。

【0086】

光導波路 30 の製造方法は、上記図 9 から図 12 に示す方法以外に、次に述べる方法を用いてもよい。例えば、スクリーン印刷又はオフセット印刷などの印刷法を用いて、光導波路 30 をなす光導波路材を設けてもよい。また、スリット状の隙間から液状の樹脂を吐出するスリットコート法を用いて、光導波路 30 をなす光導波路材を設けてもよい。スリットコート法としては、毛細管現象を用いて樹脂などの所望部材を基板 10 に塗布する手法を採用してもよい。

【0087】

(微小タイル状素子の製造方法)

次に、上記第 1 微小タイル状素子 21 及び第 2 微小タイル状素子 22 をなす微小タイル状素子の製造方法について図 13 から図 22 を参照して説明する。本製造方法では、微小タイル状素子としての化合物半導体デバイス（化合物半導体素子）を基板となるシリコン・LSI チップ上に接合する場合について説明するが、半導体デバイスの種類及び LSI チップの種類に関係なく本発明を適用することができる。なお、本実施形態における「半導体基板」とは、半導体物資から成

る物体をいうが、板形状の基板に限らず、どのような形状であっても半導体物資であれば「半導体基板」に含まれる。

【0088】

<第1工程>

図13は微小タイル状素子の製造方法の第1工程を示す概略断面図である。図13において、基板110は、半導体基板であり、例えばガリウム・ヒ素化合物半導体基板とする。基板110における最下位層には、犠牲層111を設けておく。犠牲層111は、アルミニウム・ヒ素 (AlAs) からなり、厚さが例えば数百nmの層である。

例えば、犠牲層111の上層には機能層112を設ける。機能層112の厚さは、例えば $1\mu\text{m}$ から $10(20)\mu\text{m}$ 程度とする。そして、機能層112において半導体デバイス(半導体素子)113を作成する。半導体デバイス113としては、例えば発光ダイオード(LED)、面発光レーザ(VCSEL)、フォトダイオード(PD)、DFBレーザなどが挙げられる。これらの半導体デバイス113は、何れも基板110上に多層のエピタキシャル層を積層して素子が形成されたものである。また、各半導体デバイス113には、電極も形成し、動作テストも行う。

【0089】

<第2工程>

図14は微小タイル状素子の製造方法の第2工程を示す概略断面図である。本工程においては、各半導体デバイス113を分割するように分離溝121を形成する。分離溝121は、少なくとも犠牲層111に到達する深さをもつ溝とする。例えば、分離溝の幅及び深さともに、 $10\mu\text{m}$ から数百 μm とする。また、分離溝121は、後述するところの選択エッチング液が当該分離溝121を流れるように、行き止まりなく繋がっている溝とする。さらに、分離溝121は、基盤のごとく格子状に形成することが好ましい。

また、分離溝121相互の間隔を数十 μm から数百 μm とすることで、分離溝121によって分割・形成される各半導体デバイス113のサイズを、数十 μm から数百 μm 四方の面積をもつものとする。分離溝121の形成方法としては、

フォトリソグラフィとウェットエッチングによる方法、またはドライエッチングによる方法を用いる。また、クラックが基板に生じない範囲でU字形溝のダイシングで分離溝121を形成してもよい。

【0090】

<第3工程>

図15は微小タイル状素子の製造方法の第3工程を示す概略断面図である。本工程においては、中間転写フィルム131を基板110の表面（半導体デバイス113側）に貼り付ける。中間転写フィルム131は、表面に粘着剤が塗られたフレキシブルな帯形状のフィルムである。

【0091】

<第4工程>

図16は微小タイル状素子の製造方法の第4工程を示す概略断面図である。本工程においては、分離溝121に選択エッチング液141を注入する。本工程では、犠牲層111のみを選択的にエッチングするために、選択エッチング液141として、アルミニウム・ヒ素に対して選択性が高い低濃度の塩酸を用いる。

【0092】

<第5工程>

図17は微小タイル状素子の製造方法の第5工程を示す概略断面図である。本工程においては、第4工程での分離溝121への選択エッチング液141の注入後、所定時間の経過により、犠牲層111のすべてを選択的にエッチングして基板110から取り除く。

【0093】

<第6工程>

図18は微小タイル状素子の製造方法の第6工程を示す概略断面図である。第5工程で犠牲層111が全てエッチングされると、基板110から機能層112が切り離される。そして、本工程において、中間転写フィルム131を基板110から引き離すことにより、中間転写フィルム131に貼り付けられている機能層112を基板110から引き離す。

これらにより、半導体デバイス113が形成された機能層112は、分離溝1

21の形成及び犠牲層111のエッチングによって分割されて、所定の形状（例えば、微小タイル形状）の半導体素子（上記実施形態の「微小タイル状素子」）とされ、中間転写フィルム131に貼り付け保持されることとなる。ここで、機能層の厚さが例えば $1\mu\text{m}$ から $8\mu\text{m}$ 、大きさ（縦横）が例えば数十 μm から数百 μm であるのが好ましい。

【0094】

<第7工程>

図19は微小タイル状素子の製造方法の第7工程を示す概略断面図である。本工程においては、（微小タイル状素子161が貼り付けられた）中間転写フィルム131を移動させることで、最終基板171の所望の位置に微小タイル状素子161をアライメントする。ここで、最終基板171は、例えば、シリコン半導体（図1における基板10）からなり、LSI領域172が形成されている。また、最終基板171の所望の位置には、微小タイル状素子161を接着するための接着剤173を塗布しておく。

【0095】

<第8工程>

図20は微小タイル状素子の製造方法の第8工程を示す概略断面図である。本工程においては、最終基板171の所望の位置にアライメントされた微小タイル状素子161を、中間転写フィルム131越しに裏押しピン181で押しつけて最終基板171に接合する。ここで、所望の位置には接着剤173が塗布されているので、その最終基板171の所望の位置に微小タイル状素子161が接着される。

【0096】

<第9工程>

図21は微小タイル状素子の製造方法の第9工程を示す概略断面図である。本工程においては、中間転写フィルム131の粘着力を消失させて、微小タイル状素子161から中間転写フィルム131を剥がす。

中間転写フィルム131の粘着剤は、紫外線（UV）又は熱により粘着力が消失するものにしておく。UV硬化性の粘着剤とした場合は、裏押しピン181を

透明な材質にしておき、裏押しピン 181 の先端から紫外線（UV）を照射することで中間転写フィルム 131 の粘着力を消失させる。熱硬化性の接着剤とした場合は、裏押しピン 181 を加熱すればよい。あるいは第 6 工程の後で、中間転写フィルム 131 を全面紫外線照射するなどして粘着力を全面消失させておいてもよい。粘着力が消失したとはいえ実際には僅かに粘着性が残っており、微小タイル状素子 161 は非常に薄く軽いので中間転写フィルム 131 に保持される。

【0097】

<第 10 工程>

本工程は、図示していない。本工程においては、加熱処理などを施して、微小タイル状素子 161 を最終基板 171 に本接合する。

【0098】

<第 11 工程>

図 22 は微小タイル状素子の製造方法の第 11 工程を示す概略断面図である。本工程においては、微小タイル状素子 161 の電極と最終基板 171 上の回路を配線 191 により電氣的に繋ぎ、一つの LSI チップなど（光インターコネクション回路用の集積回路チップ）を完成させる。最終基板 171 としては、シリコン半導体のみならず、石英基板又はプラスチックフィルムを適用してもよい。

【0099】

（応用例）

以下、本発明に係る光インターコネクション回路の応用例について説明する。

第 1 の応用例としては、上記実施形態の光インターコネクション回路をオプトエレクトロニクス集積回路の信号伝送手段として用いる。オプトエレクトロニクス集積回路としては、例えばコンピュータが挙げられる。そして、CPU を形成する集積回路内での信号処理は電気信号を用いて行うが、CPU と記憶手段などの間でデータを伝送するバスに上記実施形態の光インターコネクション回路を適用する。

【0100】

これらにより、本応用例によれば、簡易な構成でありながら、コンピュータの処理速度のボトルネックとなっているバスにおける信号伝達速度を従来よりも大

幅に高めることが可能となる。

また、本応用例によれば、コンピュータなどを大幅に小型化することが可能となる。

【0101】

第2の応用例としては、電気光学装置である液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ又は有機EL（エレクトロ・ルミネッセンス）ディスプレイなどの平面ディスプレイ装置に上記実施形態の光インターコネクション回路を用いる。例えば、平面ディスプレイ装置における走査線に上記光インターコネクション回路を用いる。すると、走査信号を高速に伝送することができるので、平面ディスプレイ装置における画面の大型化及び高品位化を促進することができる。

また、平面ディスプレイ装置における金属配線パターンに重ねて光導波路30を設けることにより、開口率を大きくすることができ、高品質な画像を表示することが可能となる。

【0102】

（電子機器）

上記実施形態の光インターコネクション回路を備えた電子機器の例について説明する。

図23は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図23において、符号1000は上記の光インターコネクション回路を用いた携帯電話本体を示し、符号1001は上記の電気光学装置を用いた表示部を示している。

【0103】

図24は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図24において、符号1100は上記の光インターコネクション回路を用いた時計本体を示し、符号1101は上記の電気光学装置を用いた表示部を示している。

【0104】

図25は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図25において、符号1200は情報処理装置、符号1202はキーボードなどの入力部、符号1204は上記の光インターコネクション回路を用いた情報処理装置本体、符号1206は上記の電気光学装置を用いた表示部を示し

ている。

【0105】

図23から図25に示す電子機器は、上記実施形態の光インターコネクション回路又は電気光学装置を備えているので、表示品位に優れ、特に、高速応答で明るい大きな画面の表示部を備えた電子機器を実現することができる。また、上記実施形態の光インターコネクション回路を用いることによって、従来のものよりも電子機器を小型化することができる。さらにまた、上記実施形態の光インターコネクション回路を用いることによって、製造コストを従来のものよりも低減することができる。

【0106】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能であり、実施形態で挙げた具体的な材料や構成などはほんの一例に過ぎず適宜変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の第1実施形態に係る回路の概略図である。
- 【図2】 本発明の第2実施形態に係る回路の概略側面図である。
- 【図3】 本発明の第2実施形態に係る他の回路の概略側面図である。
- 【図4】 本発明の第2実施形態に係る他の回路の概略側面図である。
- 【図5】 本発明の第2実施形態に係る他の回路の概略図である。
- 【図6】 本発明の第3実施形態に係る回路の概略図である。
- 【図7】 本発明の第3実施形態に係る他の回路の概略図である。
- 【図8】 本発明の第3実施形態に係る他の回路の概略図である。
- 【図9】 本発明の実施形態に係る製造方法を示す模式側面図である。
- 【図10】 本発明の実施形態の他の製造方法を示す模式側面図である。
- 【図11】 本発明の実施形態の他の製造方法を示す模式側面図である。
- 【図12】 本発明の実施形態の他の製造方法を示す模式側面図である。
- 【図13】 微小タイル状素子の製法の第1工程を示す概略断面図である。
- 【図14】 同上の製法の第2工程を示す概略断面図である。
- 【図15】 同上の製法の第3工程を示す概略断面図である。

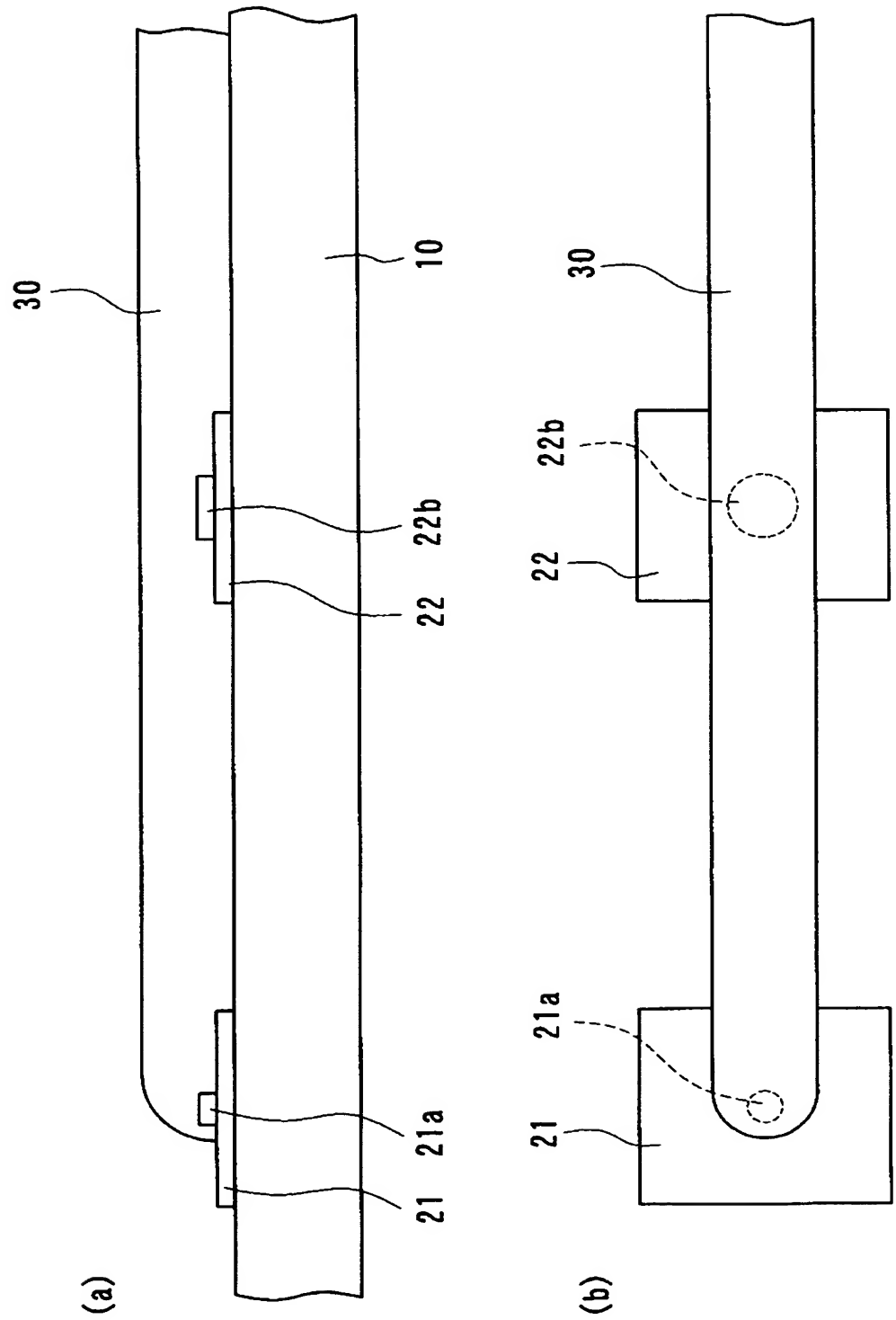
- 【図 16】 同上の製造方法の第 4 工程を示す概略断面図である。
- 【図 17】 同上の製造方法の第 5 工程を示す概略断面図である。
- 【図 18】 同上の製造方法の第 6 工程を示す概略断面図である。
- 【図 19】 同上の製造方法の第 7 工程を示す概略断面図である。
- 【図 20】 同上の製造方法の第 8 工程を示す概略断面図である。
- 【図 21】 同上の製造方法の第 9 工程を示す概略断面図である。
- 【図 22】 同上の製造方法の第 11 工程を示す概略断面図である。
- 【図 23】 本実施形態の回路を備えた電子機器の一例を示す図である。
- 【図 24】 本実施形態の回路を備えた電子機器の一例を示す図である。
- 【図 25】 本実施形態の回路を備えた電子機器の一例を示す図である。

【符号の説明】

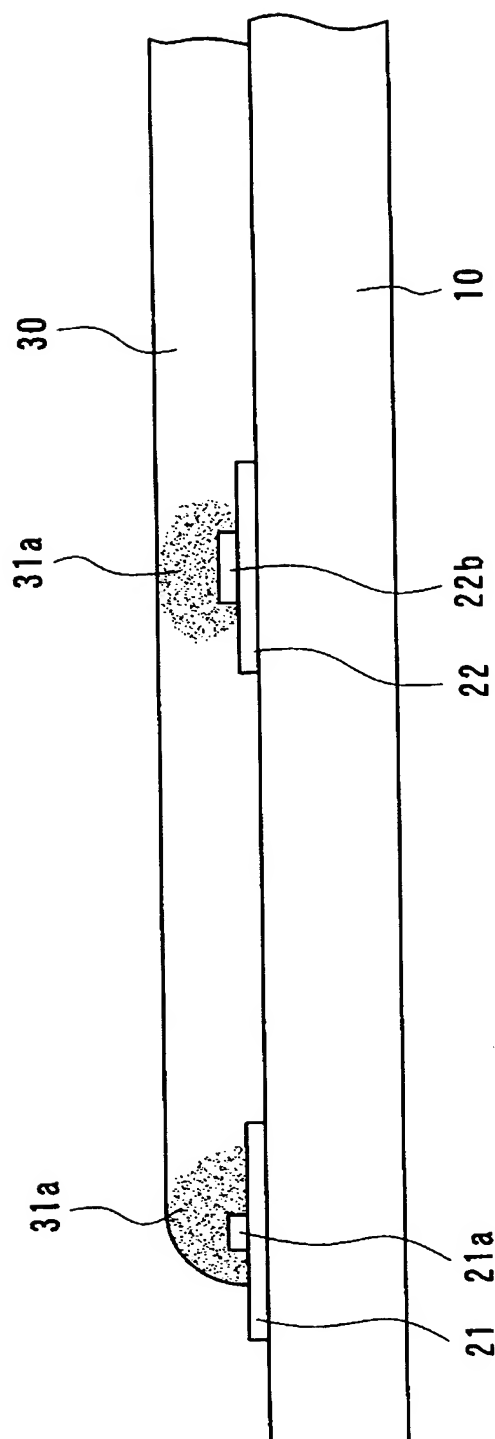
10…基板、21…第 1 微小タイル状素子、21a…発光部、22…第 2 微小タイル状素子、22b…受光部、30, 30a, 30b, 30d, 30f, 30h, 30j…光導波路、31a, 31a', 31b, 31c…光散乱機構、32a, 32b, 32c, 32d, 32e…光反射機構

【書類名】 図面

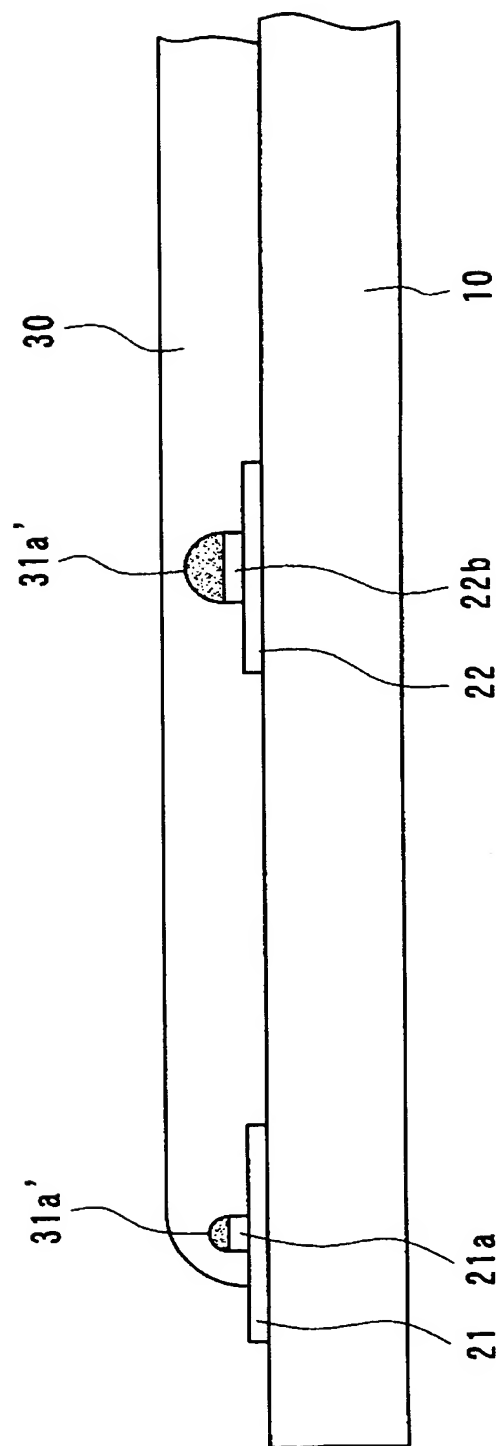
【図 1】



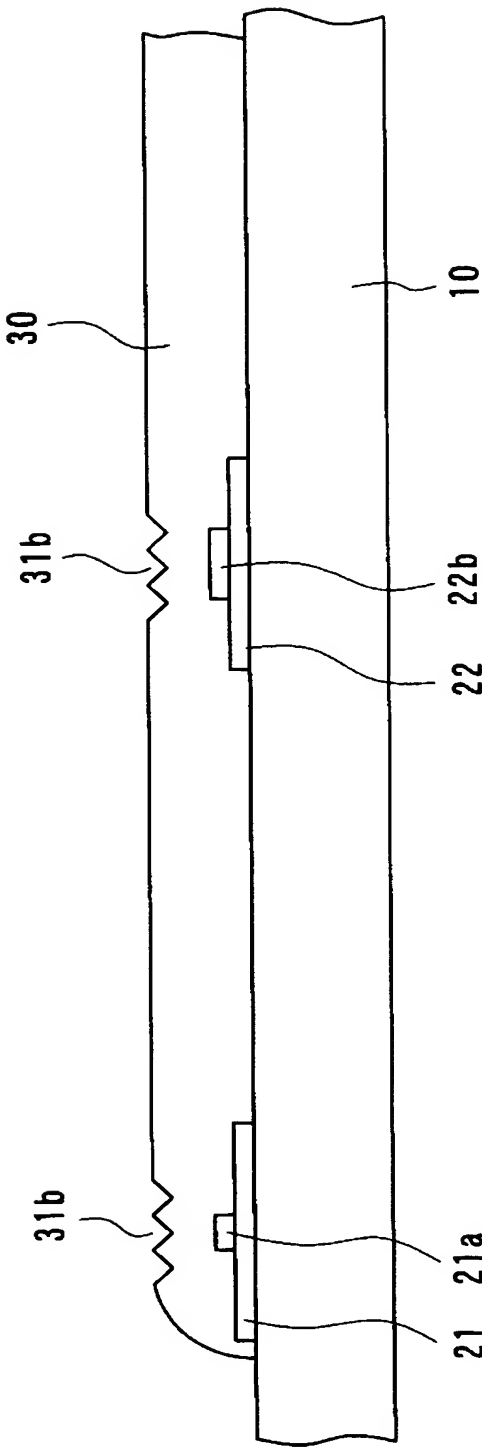
【図 2】



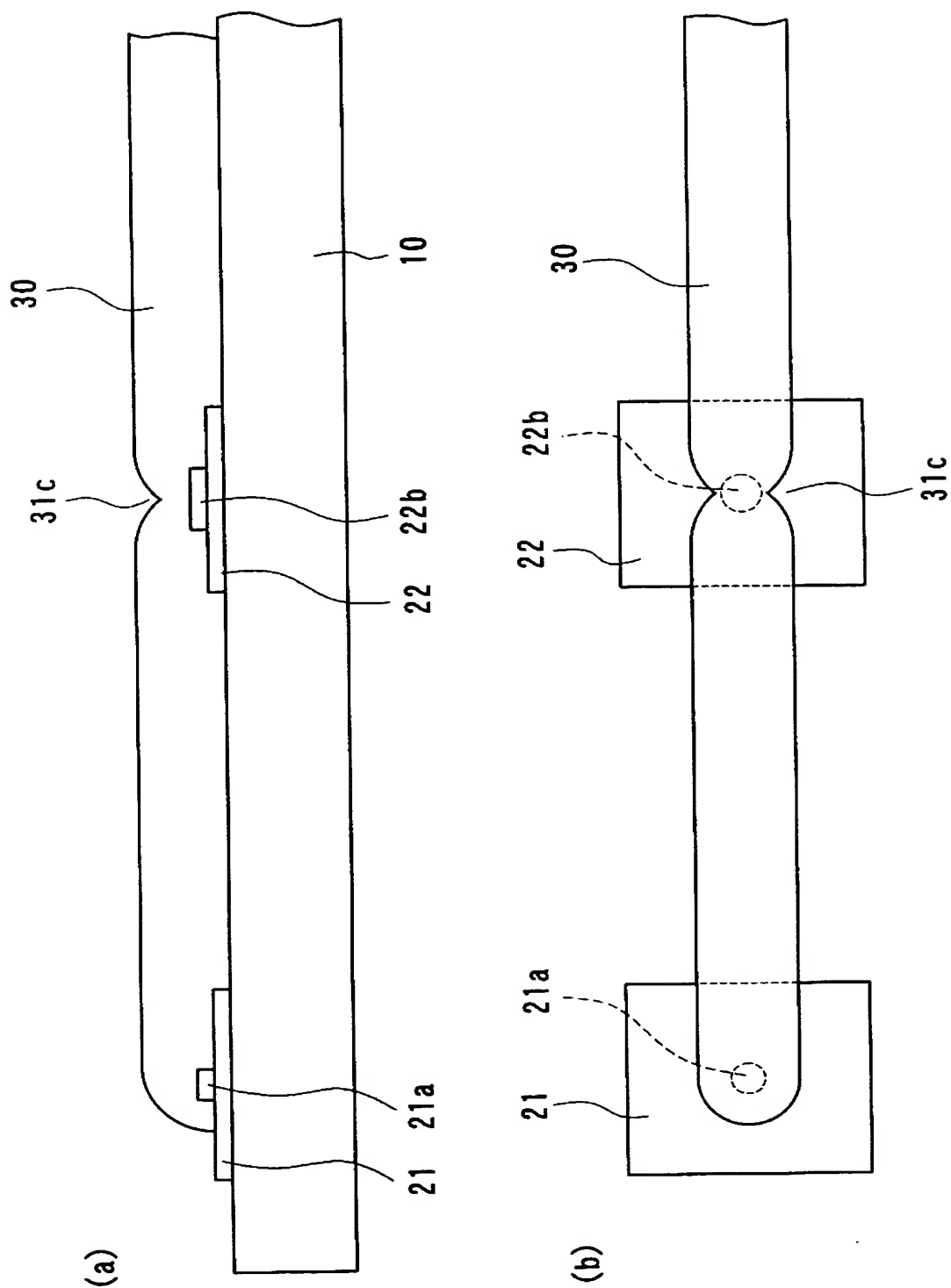
【図 3】



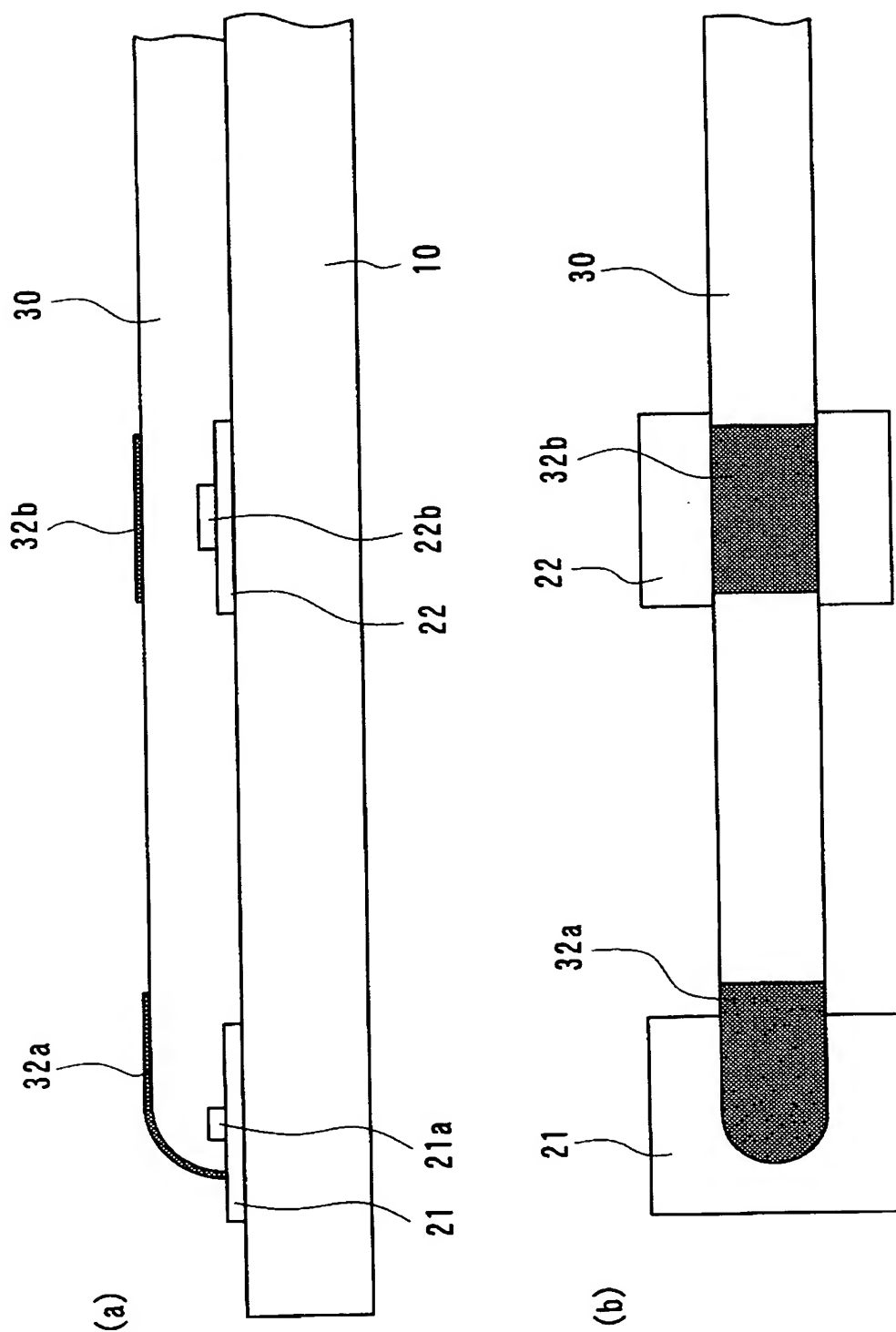
【図 4】



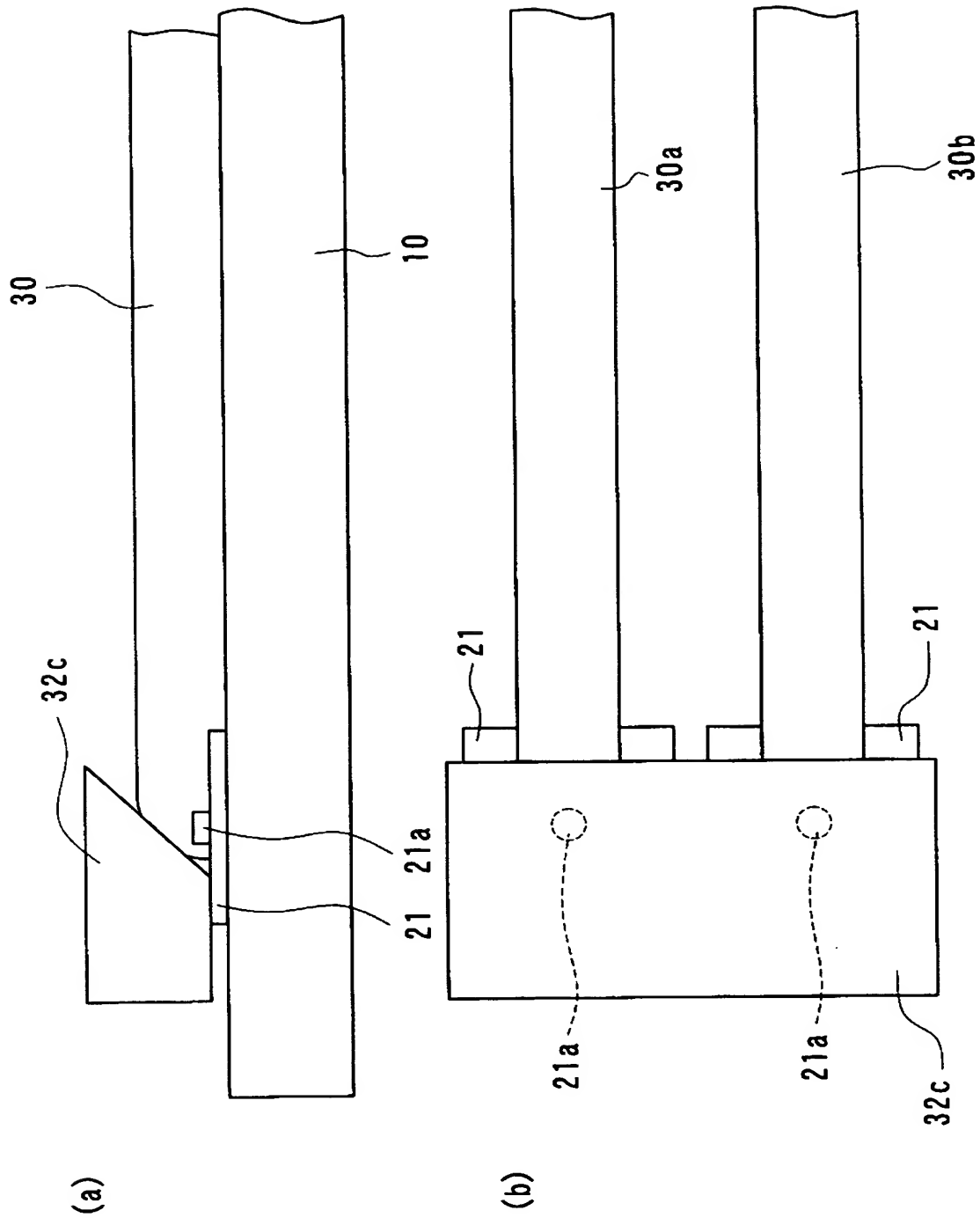
【図 5】



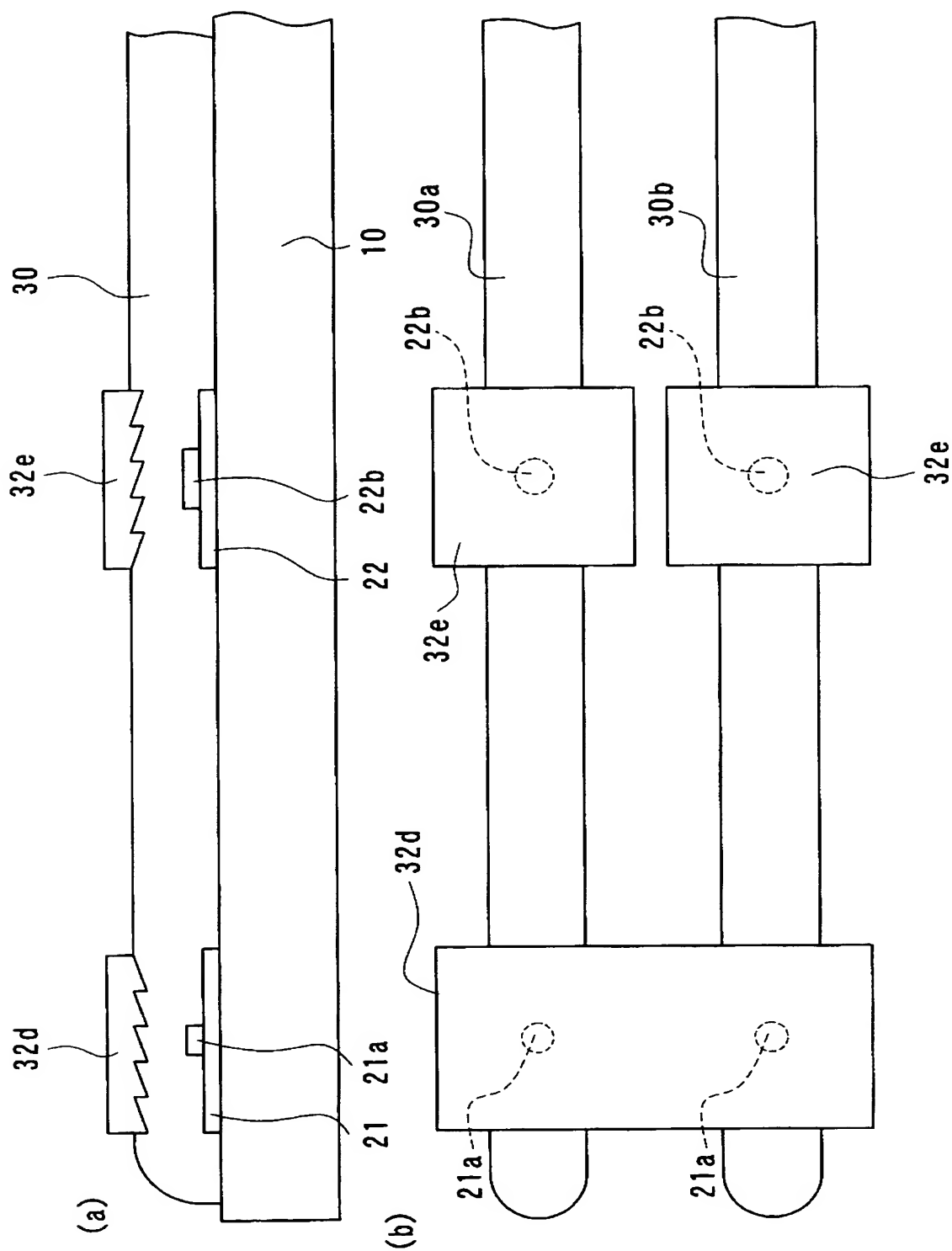
【図 6】



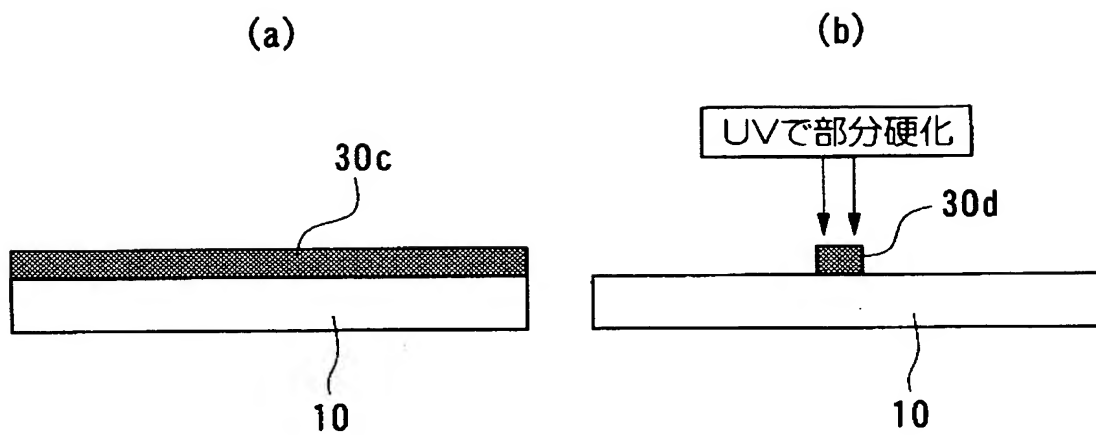
【図 7】



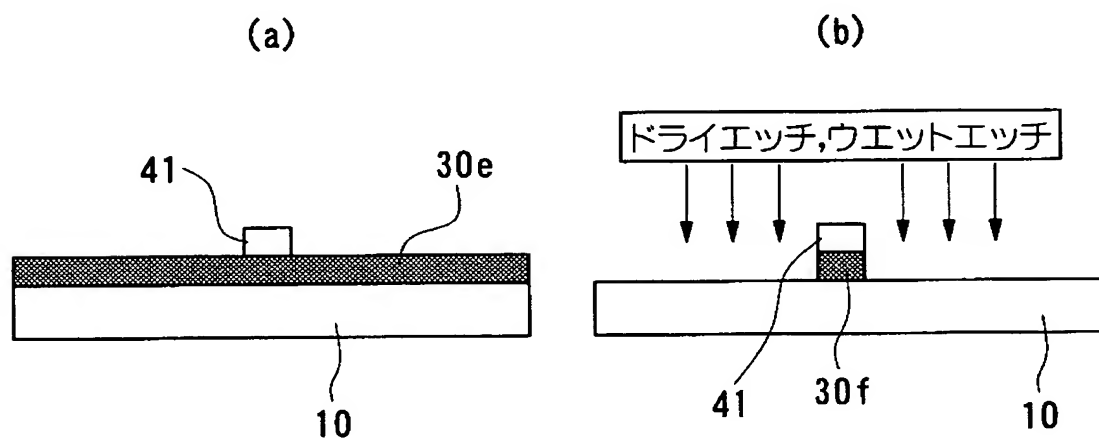
【図 8】



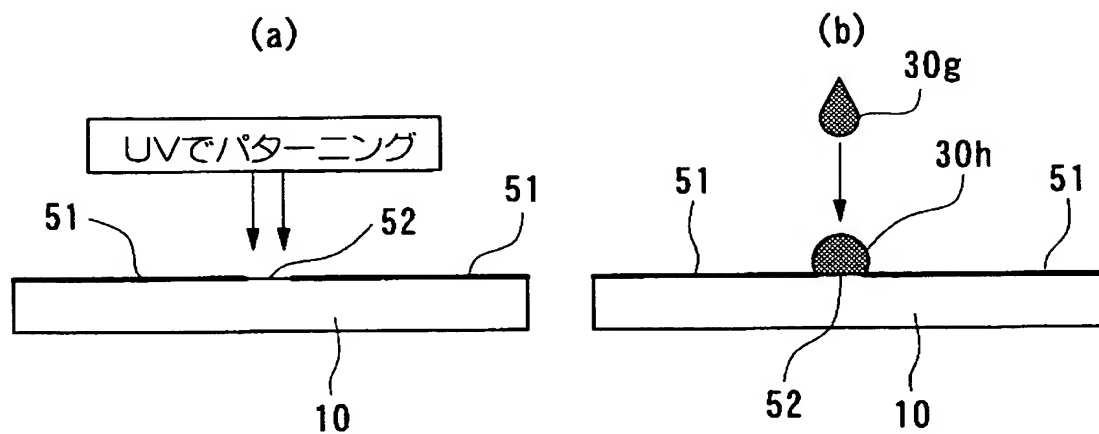
【図 9】



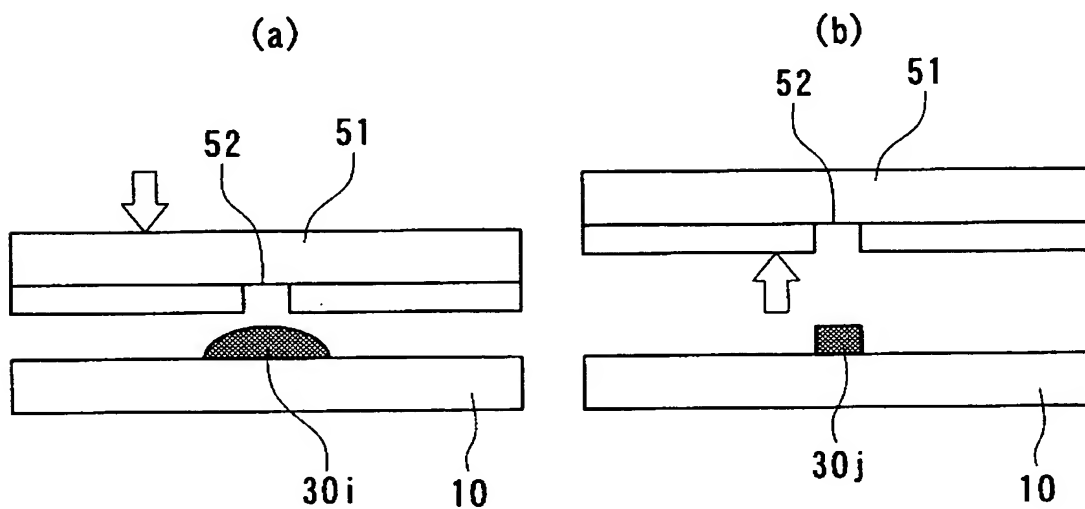
【図 10】



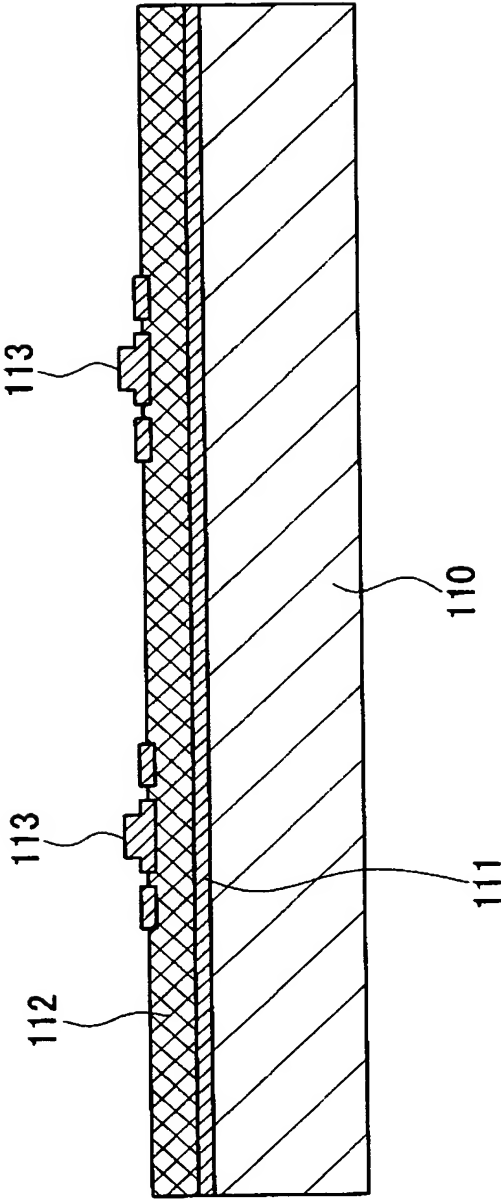
【図11】



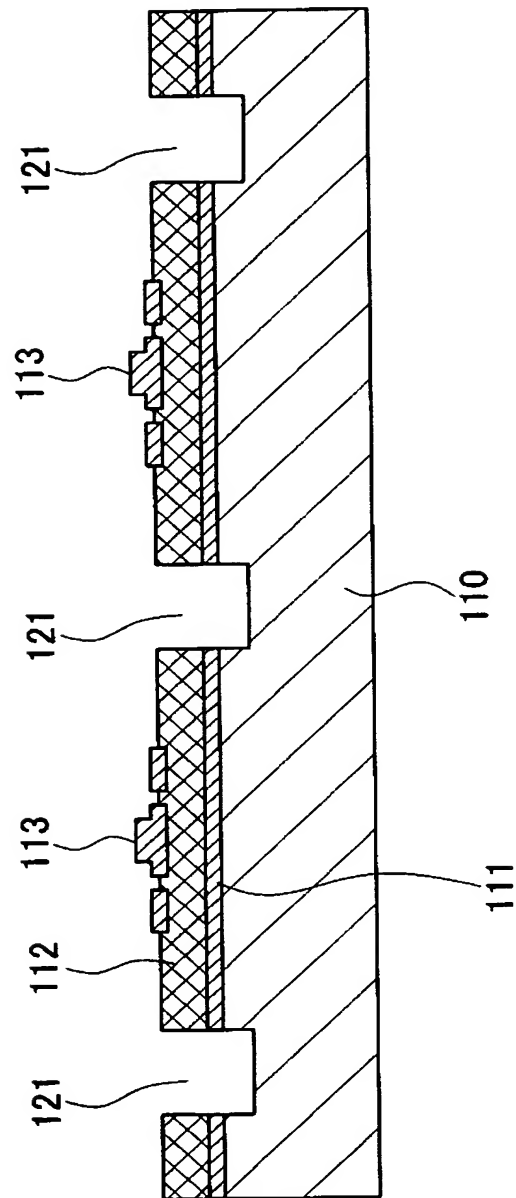
【図12】



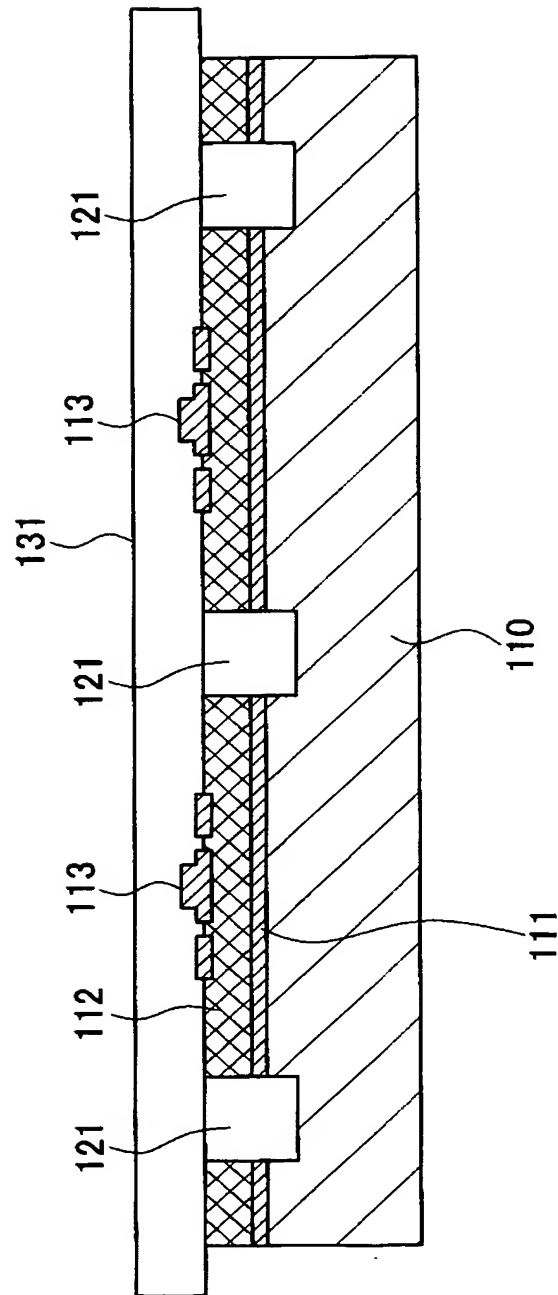
【図 13】



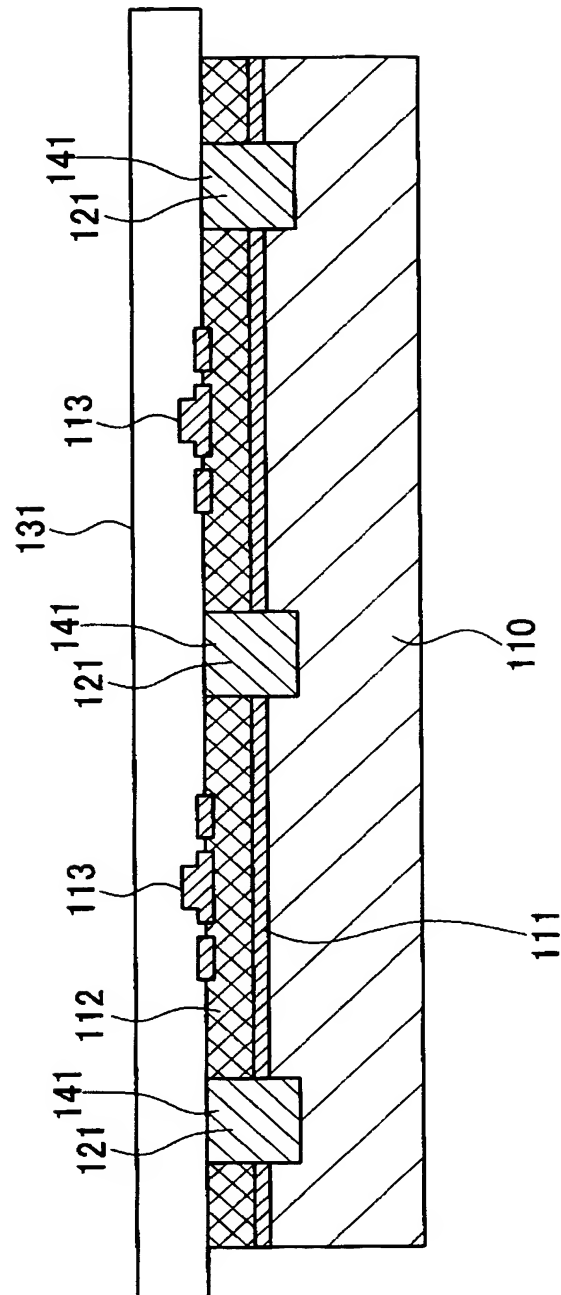
【図 14】



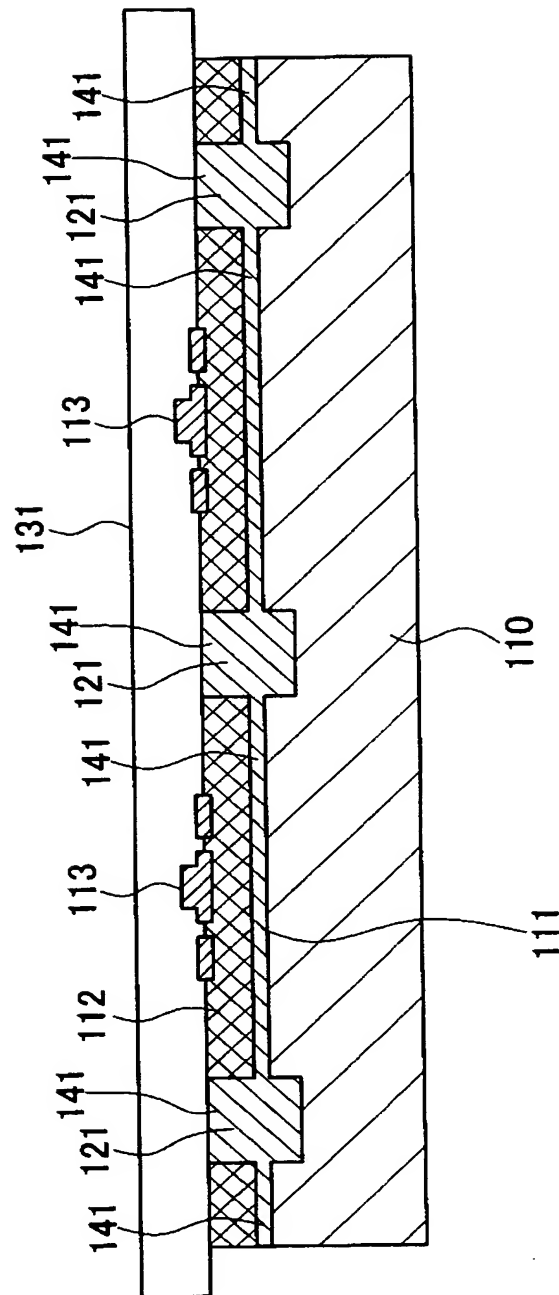
【図 15】



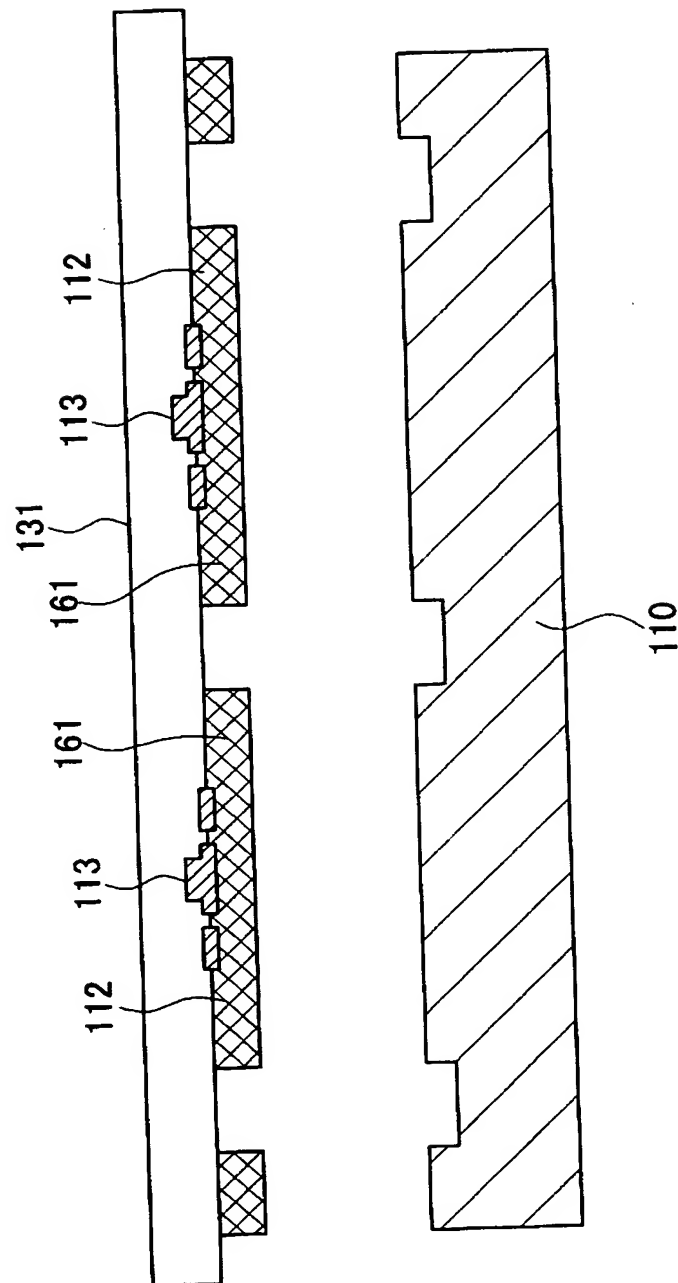
【図 16】



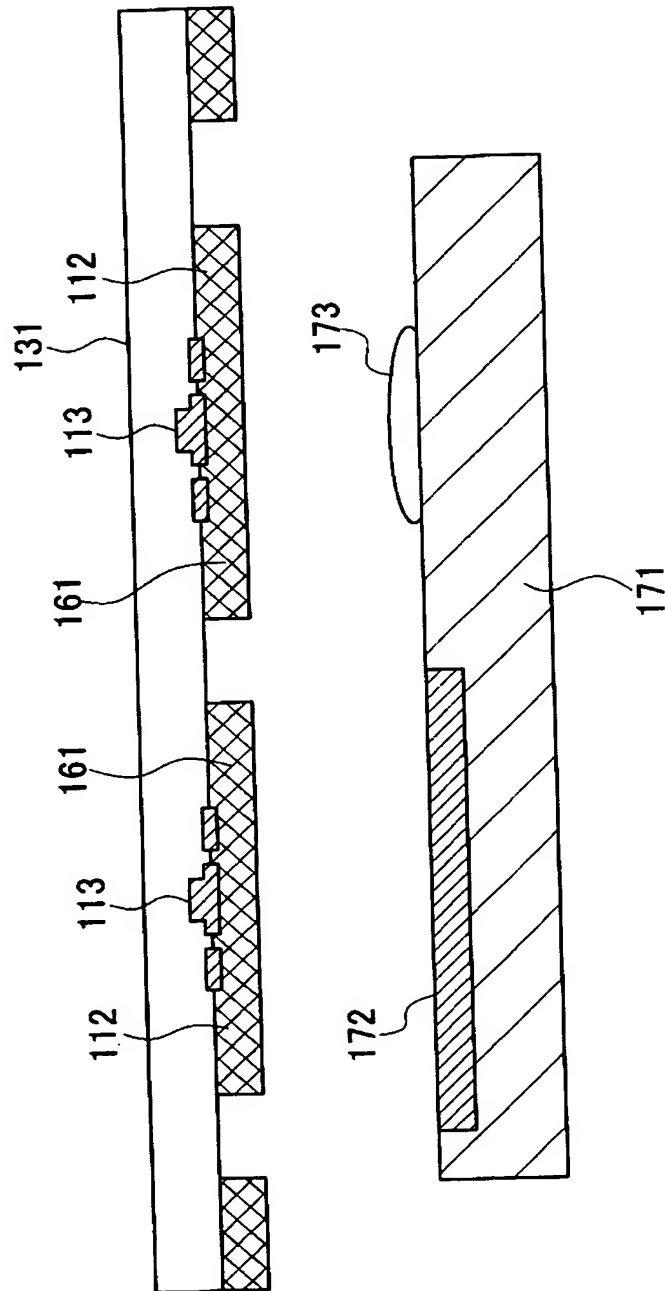
【図 17】



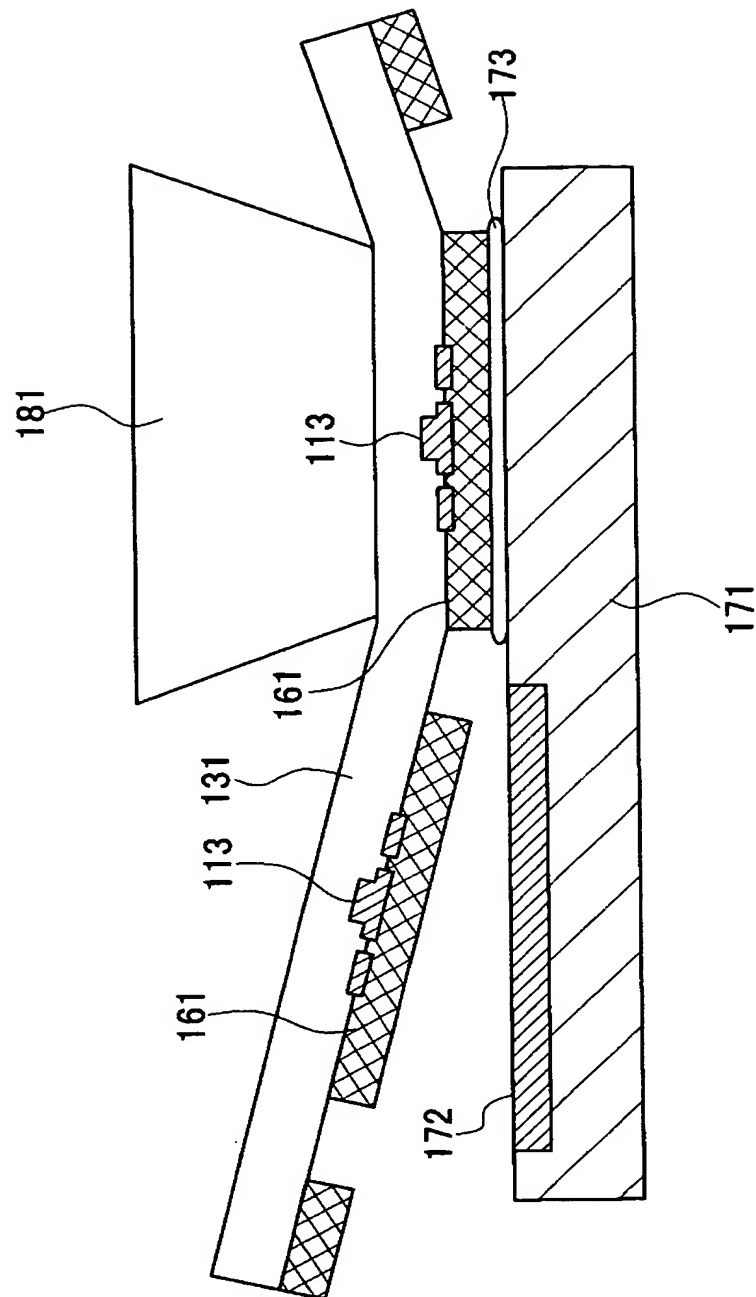
【図 18】



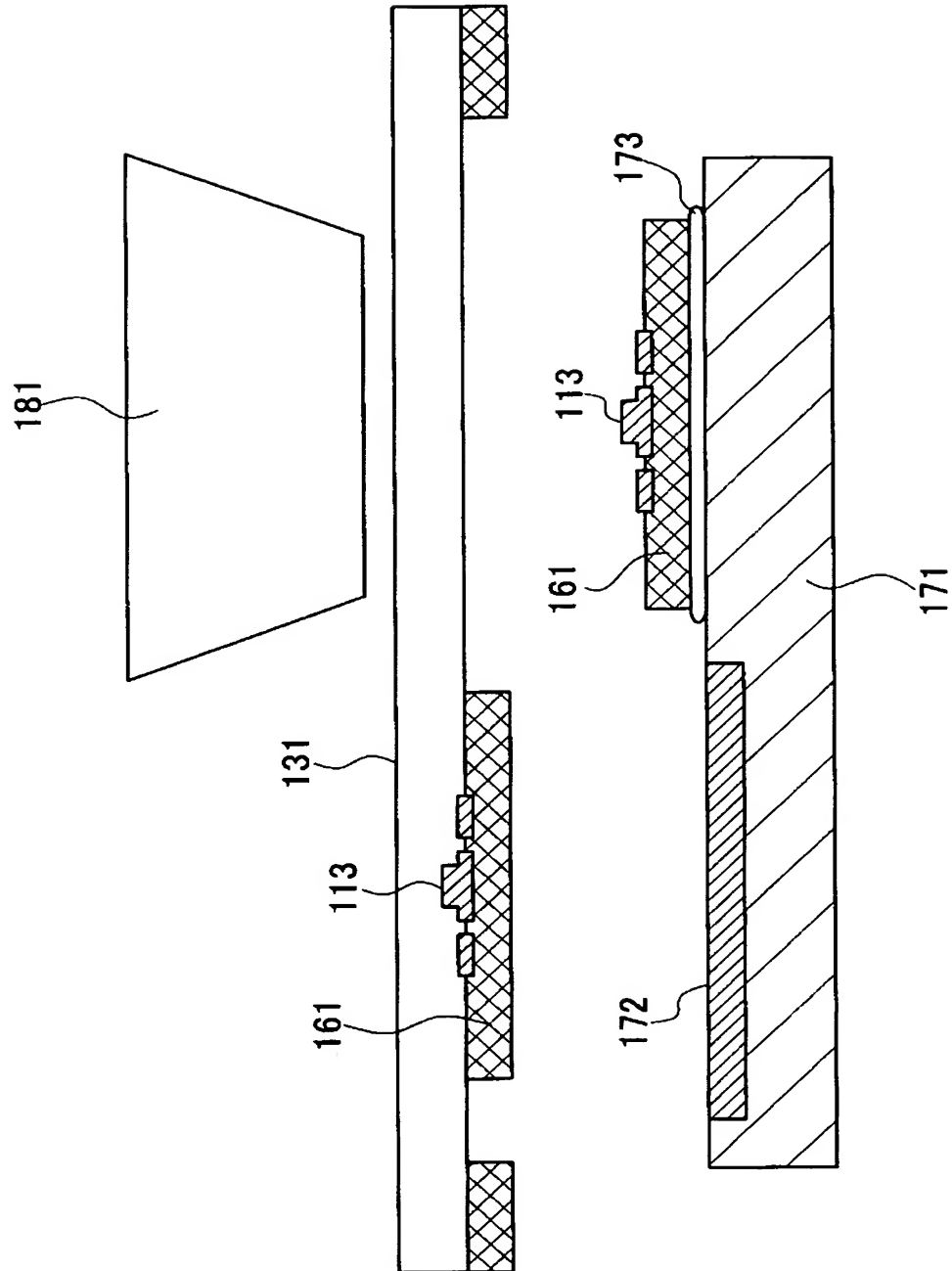
【図 19】



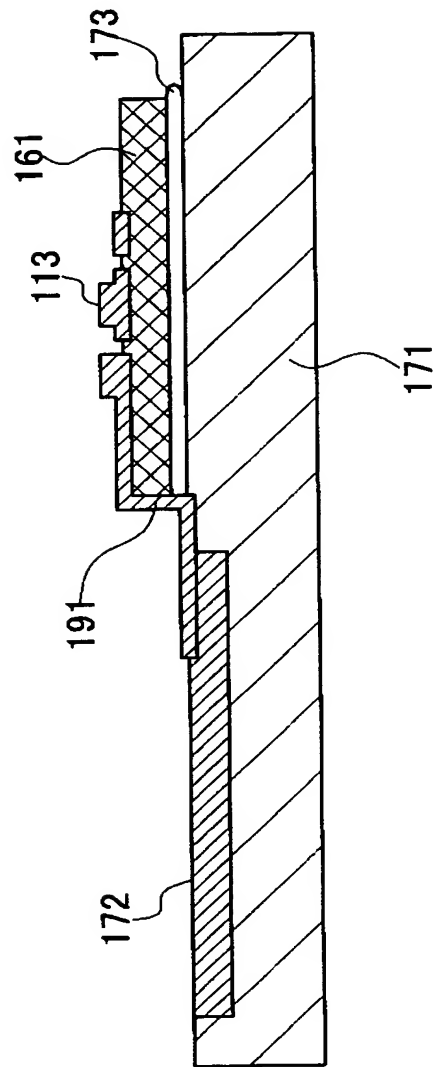
【図 20】



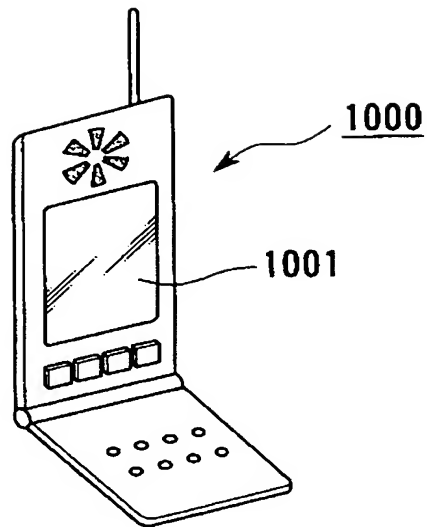
【図 21】



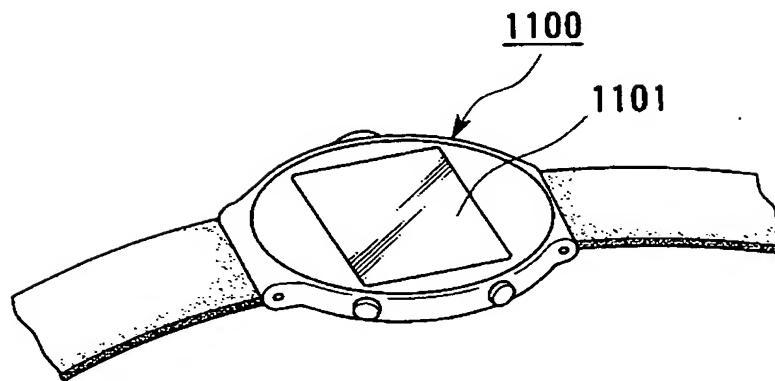
【図 22】



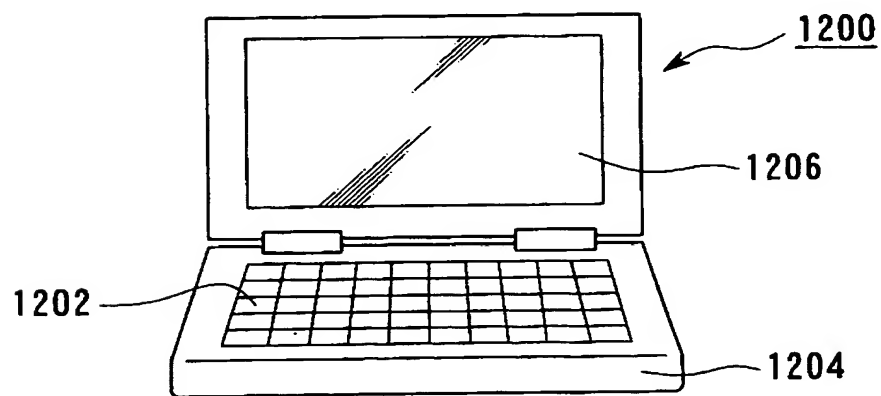
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信号伝達速度を高速化することができ、容易に微細化することができ、簡易に製造することができる光インターコネクション回路、光インターコネクション回路の製造方法、電気光学装置および電子機器を提供する。

【解決手段】 基板 10 に取り付けられた発光機能をもつ第 1 微小タイル状素子 21 及び受光機能をもつ第 2 微小タイル状素子 22 と、少なくとも第 1 微小タイル状素子 21 と第 2 微小タイル状素子 22 とを繋ぐように基板 10 に形成された光導波路材からなる光導波路 30 とを有することを特徴とする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-289077
受付番号	50201478185
書類名	特許願
担当官	宇留間 久雄 7277
作成日	平成14年10月10日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100110364
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	実広 信哉

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 8 9 0 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
新規登録

住 所
氏 名

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
セイコーエプソン株式会社